Laura Benítez Grobet

El desarrollo del concepto de materia en la ciencia moderna entre los siglos XVII y XVIII



Filosofía

eSchola

FFL

UNAM



eSchola

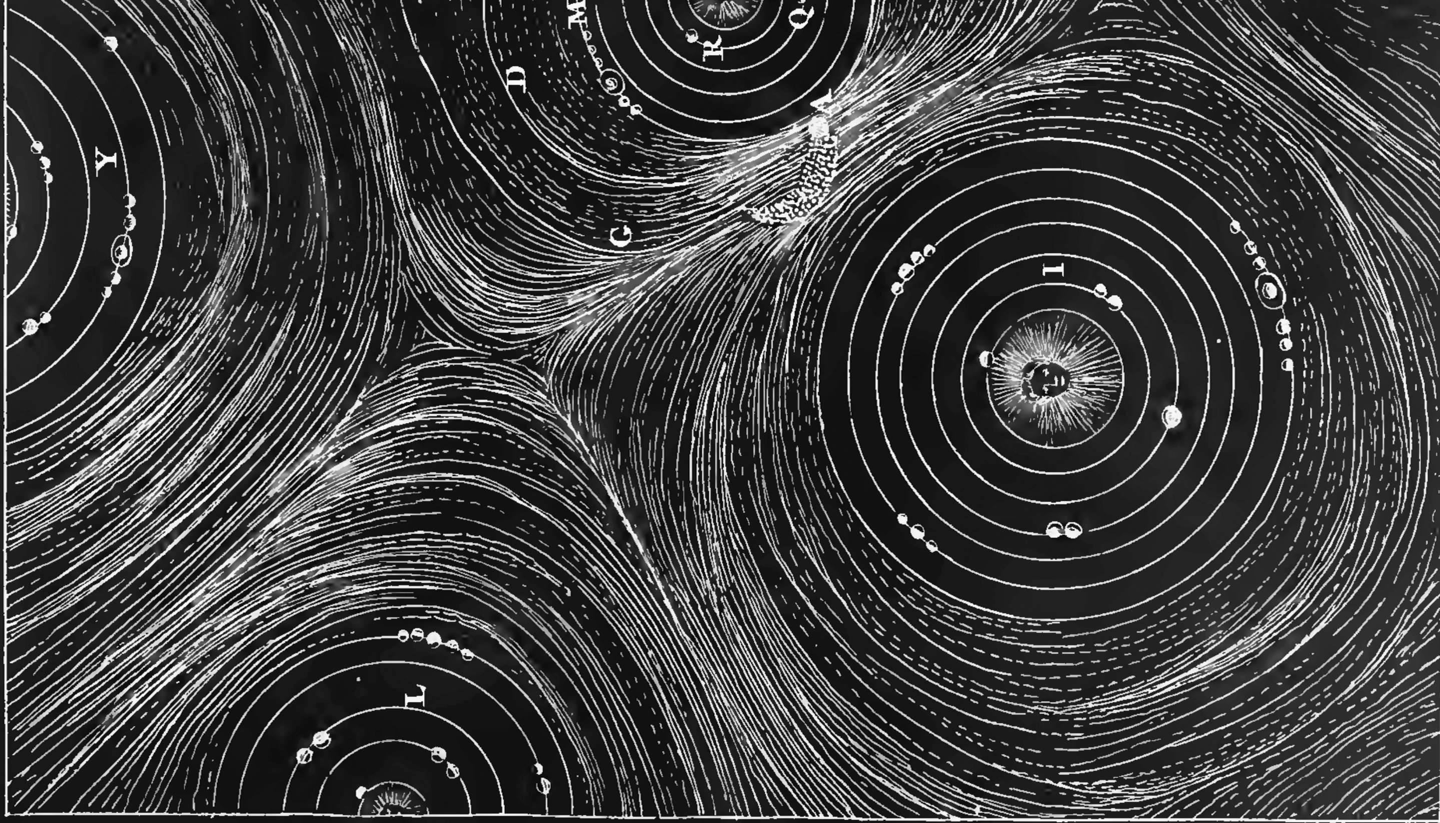


Figure des Tourbillons Celestes pour
A Comette qui tourne sans cesse sur son
E Autre Comette qui tourne aussi sans

Ces Comettes apparoissent quand elle se rencontrent entre nôtre tourbillon et les tourbillons voisins I.K. où alors elles sont repoussées plus proche du nostre.
Ces tourbillons I.K.L.V.X.Y.Z. sont ceux des Etoilles Fixes.

M. Orbe de Saturne, N. Orbe de Jupiter, O. Orbe de Mars, P. Orbe de la Terre,
Q. La Lune, R. Orbe de Venus, T. Orbe de Mercure, S. Le Soleil.



être mise entre les Pages 112 et 113.
Orbe A.B.C.D.
esse sur son Orbe E. F. G. H.

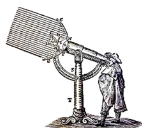
El desarrollo del concepto de materia en la ciencia moderna entre los siglos XVII y XVIII

eSchola

eSchola Filosofía



Colección:
Mundus est fabula



Seminario de
Historia de la Filosofía

Laura Benítez Grobet

El desarrollo del concepto de materia en la ciencia moderna entre los siglos XVII y XVIII



eSchola

Filosofía

Facultad de Filosofía y Letras
Universidad Nacional Autónoma de México



La presente edición de *El desarrollo del concepto de materia en la ciencia moderna entre los siglos XVII y XVIII* fue realizada en el marco del proyecto UNAM-DGAPA-PAPIIT IN401517, "Ciencia e imaginación en la filosofía moderna".

Primera edición:
febrero 2020

ISBN 978-607-30-2971-1

Todas las propuestas para publicación presentadas para su producción editorial por la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM son sometidas a un riguroso proceso de dictaminación por pares académicos, reconocidas autoridades en la materia y, siguiendo el método de "doble ciego", conforme a las disposiciones de su Comité Editorial.

Editado y producido en México

Laura Benítez Grobet

El desarrollo del concepto de materia en la ciencia moderna entre los siglos XVII y XVIII



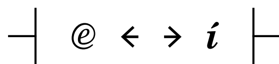
CONTENIDO AUDIOVISUAL
CLICK EN EL RECUADRO

TAMBIÉN PUEDES ACCEDER VÍA QR



https://youtu.be/7FSSHuD9W6s

Contenido interacivo



Agradecimientos

@

Agradezco cumplidamente a mis ayudantes, el maestro Óscar Zoletto, por recopilar los textos e integrarlos, así como al maestro Claudio Díaz, por el laborioso trabajo de edición; también al doctor Luis Ramos-Alarcón Marcín por su cuidadosa lectura y observaciones. La última revisión editorial fue realizada por la doctora Alejandra Velázquez y por Christian Ramírez, a quienes les expreso un especial agradecimiento. Asimismo, agradezco a Manuel Tapia Cruz y a Ricardo Sánchez Uribe por la elaboración del índice de conceptos.

Finalmente, agradezco a la DGAPA a través del Proyecto PAPIIT IN401517 "Ciencia e imaginación en la filosofía moderna y sus antecedentes" por el apoyo para la publicación de este libro.

Introducción

@

El concepto de materia en el paso del siglo XVII *al* XVIII

¿Cómo hemos llegado a los conceptos de materia que discute la ciencia moderna? ¿Cuáles fueron las principales tesis y argumentos? Este libro recoge diez escritos sobre los problemas de la materia en diversos autores modernos como Descartes, More, Clarke, Rohault, Boyle y Newton. Además, se introducen algunas comparaciones teóricas con Tomás de Aquino y con Giordano Bruno. Los textos fueron elaborados a lo largo de, al menos, dos décadas y representan un esfuerzo por poner a la vista de los lectores aspectos importantes del desarrollo de la filosofía natural, punto de partida de lo que conocemos más comúnmente como "nueva ciencia" en la modernidad.

Los dos capítulos iniciales remiten a la filosofía natural cartesiana: el primero a su cosmología y los problemas que ella conlleva, pues aunque Descartes logra sustantivos avances con respecto a la explicación aristotélica del movimiento, su explicación mecanicista no carece de problemas al conjuntar la inercia de la materia con el pleno material. En cuanto al segundo capítulo, sobre la identidad de la materia y la diversidad de los cuerpos materiales, el problema interesante es cómo Descartes busca dejar a un lado las propiedades de la materia que no sean cuantificables, es decir, inteligibles y en consecuencia resulta una ardua tarea la identificación de cuerpos individuales, por lo que requiere que en el

conglomerado de partes que constituyen a un cuerpo puedan analizarse el tamaño, la velocidad, el sentido y el grado de cohesión de las mismas. Sólo con este conjunto de criterios cuantitativos se puede dar paso a la identificación de los cuerpos individuales.

Los capítulos 3 y 4 se abocan a analizar las diferencias entre las propuestas cartesianas y las de Bruno y Henry More. En el primer caso, se subraya la diferencia entre el atomismo bruneano y el corpuscularismo cartesiano, pero también se señala que hay en ambos autores un rechazo a las "formas sustanciales" de la tradición aristotélica. En cuanto a la controversia Descartes-More sobre el universo, se enfatiza la propuesta del "espacio interno" por parte de Descartes, frente a la del "espacio externo" de Henry More. Al unir materia con extensión, Descartes concluye que el universo es ilimitado; en tanto que More, al separar materia de extensión, concluye que el universo es infinito, lo cual constituye un antecedente del espacio absoluto de la física newtoniana.

El capítulo 5 se destina al estudio de la filosofía natural y la química en Robert Boyle. He buscado subrayar que Boyle toma en cuenta no sólo las cualidades primarias (estructurales y operativas) de las cosas, sino que entiende que las cualidades secundarias son manifestaciones sensibles de las primarias, por lo que pertenecen a los cuerpos y son propiedades efectivas de ellos. En suma, todas las cualidades o propiedades de la materia son relevantes ya que unas dan cuenta de la estructura básica y otras de la estructura fina de los cuerpos. Asimismo, se aborda el análisis de la "textura" como la cualidad operativa que se encuentra a medio camino entre las cualidades primarias y las secundarias, pues el cambio de textura se traduce en el cambio de las cualidades secundarias de los cuerpos. Ello conduce a una caracterización del empirismo boyleano.

El capítulo 6 remite a la proximidad entre Descartes y Boyle respecto al corpuscularismo. Esto se debe a que Descartes propone un corpuscularismo geométrico y mecánico, lo cual atrajo a autores como Robert Boyle. Aunque se destaca

que hay una serie de precisiones y aportaciones del autor irlandés que permitieron el avance de su propuesta química.

Los capítulos 7, 8 y 9 se dedican al estudio de la física de Newton. En primer término, a las diferencias entre cartesianos y newtonianos, específicamente entre Samuel Clarke y Jacques Rohault, para luego avanzar en el estudio de la noción de materia en Newton, a lo cual se dedican los dos últimos capítulos. Lo que he querido subrayar en esta última parte del libro son las aportaciones newtonianas a la física: la separación del espacio y las partes materiales; la transformación del mecanicismo básico en dinámica, y la constitución de la filosofía natural como un objeto de estudio que se independiza de una base metafísica férrea.

En suma, mi interés ha sido presentar algunas propuestas relevantes sobre el problema de la materia en la filosofía moderna y muy particularmente en la perspectiva histórica del tránsito de la vía de reflexión epistemológica, a la vía de reflexión crítica (la caracterización de las vías reflexivas se expone en el capítulo 8). Esta propuesta metodológica me ha permitido explicar tanto aspectos fundamentales de la filosofía natural cartesiana como de la newtoniana.

Lista de abreviaturas

@

La abreviatura es puesta en la primera columna, mientras que el título completo en la segunda columna.

DESCARTES

AT	Descartes, *Opera*, Adam & Tannery. Edición canónica de Charles Adam y Paul Tannery; la referencia inicia con el nombre del escrito en cursivas, seguido por AT, después el tomo en número romano y finalmente la página: *i. e. El mundo*, AT XI, 32-33.
El mundo	*El mundo o tratado de la luz.*
Los principios	*Principios de la filosofía.*
Meditaciones	*Meditaciones metafísicas.*

TOMÁS DE AQUINO

STQ	*Summa Theologica.*

1. La cosmología cartesiana y el supuesto plenista

Para el estudio de los supuestos básicos que hacen de la propuesta cartesiana una teoría prototípica de la vía de reflexión epistemológica, hace falta no sólo presentar, como suele hacerse, los aspectos de la percepción sensible que se enlazan con el mundo externo, diferente y separado del "yo", sino dar una versión de ese mundo homogéneo cuya reducción inteligible da su sello característico al racionalismo cartesiano y, por ende, a la vía de reflexión epistemológica en la cual este pensamiento se inserta.

En *El mundo*, Descartes mantiene una propuesta cosmológica especulativa acerca del mecanismo de formación y organización del universo, que se resume básicamente en su teoría de los vórtices o remolinos.

En primer término, considera que el conocimiento del mundo natural no puede fundarse en los datos sensibles, ni puede ser una reflexión cuyo objetivo principal sea salvar las apariencias, por el contrario, aspira a desentrañar la estructura profunda de lo real, con lo cual nos ubicamos en la vía de la reflexión epistemológica. Para Descartes, el mundo es básicamente materia en movimiento, cuya propiedad esencial es la extensión en largo, ancho y profundidad, esto es, la tridimensionalidad; así, concebir un espacio sin materia es imposible. Con esto hace su aparición la versión del pleno cartesiano, donde el espacio no es simplemente la propiedad cuantificable del cuerpo junto con otras propiedades, como para Aristóteles, sino que se torna en la propiedad definitoria y esencial de la materia.

Eso significa que considera que no existe espacio fuera del universo o espacio externo y, coincidiendo en esto también con la tradición aristotélica, establece que el espacio siempre es interno, esto es, debe entenderse como la cantidad o medidas volumétricas de los cuerpos; en suma, que espacio y materia no se pueden disociar. Sin embargo, Descartes endurece la teoría aristotélica proponiendo que sólo la extensión y sus modos, tamaño, forma, figura, velocidad, etcétera, son sustantes ontológicamente. Con lo anterior, pretende sentar las bases de un conocimiento inteligible y racional del universo y, por supuesto, considerarlo como la única fuente de explicación de todos los fenómenos del mundo natural.

El pleno material que Descartes sostiene como supuesto básico de sus propuestas cosmológicas y físicas le trajo serias dificultades en la explicación de fenómenos como el movimiento de los astros y el movimiento en general, la pesantez, la luz, etcétera; no obstante, al estar en perfecta consonancia con sus principios metafísicos, no dudó en absoluto de su corrección.

La primera propuesta cartesiana, sobre qué cosa es el mundo natural, se da en su texto *El mundo o tratado de la luz*, siguiendo el principio de simplicidad, al identificar materia y extensión, donde nos dice:

> […] supongamos que Dios crea de nuevo, a todo nuestro alrededor, tanta materia que, de cualquier lado que nuestra imaginación se pueda extender, ya no perciba ningún lugar que esté vacío [...] supongamos expresamente que no tiene la forma de la tierra, ni del fuego, ni del aire, ni de ninguna otra forma sustancial más particular [...] concibámosla como un verdadero cuerpo, perfectamente sólido, que llena igualmente todos los largos, anchos y profundidades de este gran espacio en medio del cual hemos detenido nuestro pensamiento.[1]

[1] *El mundo o Tratado de la luz*, AT XI, 32-33. Puede consultarse mi traducción: René Descartes, *El mundo o Tratado de la luz*, pp. 77-79. Salvo que se indique lo contrario, todas las citas de las obras de Descartes son traducciones mías, por lo cual, las referencias se harán a la edición canónica de Charles Adam y Paul Tannery, y en adelante la referencia va con el nombre del escrito en cursi-

Lo primero que debemos notar es que se trata de una consideración hipotética, en la que se subraya la perspectiva geométrica desde la cual la homogeneidad material se da con base en la extensión; de ahí que la materia resulte un "cuerpo perfectamente sólido" y, por ende, continuo. Tal sería el significado primario de *res extensa*, el pleno continuo que excluye el vacío. Sin embargo, se trata de una hipótesis abstracta, que hace énfasis en el punto de vista geométrico-matemático sobre el universo, pero que tendrá que dar paso a una perspectiva física, si es que Descartes intenta dar una explicación plausible de los fenómenos naturales.

Desde la perspectiva geométrica, la consecuencia inmediata de la identificación de la materia con la extensión es, por supuesto, la exclusión del vacío. Así, no habrá espacio vacío ni fuera ni dentro del mundo; pero la otra curiosa consecuencia es que no puede concebirse extensión que no sea, en principio, divisible sin límite. Esto significa que la imposibilidad del vacío y la divisibilidad son consecuencias de la definición geométrica de materia como extensión, como ya se mencionó, y el problema es pasar a la perspectiva física donde, por un lado, la consideración del pleno material hace muy difícil la explicación del movimiento y, por el otro, la divisibilidad al infinito de la extensión hace problemática la explicación de la producción de los cuerpos físicos, pues si las partes siempre se están dividiendo ¿cómo pueden generarse cuerpos?

La hipótesis del sólido continuo es, como dije, una consideración geométrica abstracta pero, de hecho, inexistente. En efecto, Descartes piensa que Dios creó al mismo tiempo materia y movimiento, por lo cual nunca existió, estrictamente hablando, un continuo de partes indiferenciadas, aunque sí un "contiguo" y ésa es, poco más o menos, su versión del pleno.[2] Esto es que, aunque dividida en partes,

vas, seguido por AT, después el tomo en número romano y finalmente la página: *El mundo*, AT XI, 32-33.

[2] El problema con esta propuesta cartesiana es que, a pesar de todo, "contiguo" implica separación (aun cuando ésta sea infinitesimal), según lo ve José A. Robles (*cf.* L. Benítez y J. A. Robles, *De Newton y los newtonianos, entre Descartes y Berkeley*. Ver especialmente "Newton y Berkeley: atomistas epicúreos. Breve

la materia no deja nunca posibilidad al vacío, por lo que todas las partes permanecen tan juntas como pueden estarlo, limitando siempre con otras en toda su superficie; el pleno resulta así, un pleno de partes diversas e inmediatamente contiguas.[3] Esto significa que, desde la perspectiva física, materia, partes y movimiento se dan *de facto* simultáneamente.

En síntesis, podemos decir que la organización del universo se debe a la imposibilidad del vacío, la divisibilidad de la materia en tanto extensión y las leyes del movimiento. Dios crea, de inicio, la cantidad de materia y movimiento de que consta el universo, así como las leyes que rigen su organización. No obstante, la pregunta obvia subsiste: ¿cómo se da el movimiento en el pleno, así sea sólo caracterizado como pleno contiguo? Para Descartes, Dios dota las partes de la materia con movimiento rectilíneo, que es el más simple; sin embargo, en vista del pleno, esto es, que no hay un espacio vacío al cual dirigirse, las partes comienzan a moverse circularmente, pero como no todas las partes son iguales en tamaño y, por lo mismo, en velocidad, se constituyen diversos círculos de movimiento o torbellinos.

En la segunda parte de *Los principios*, párrafo 33, Descartes comenta que:

> Después de lo que se ha demostrado antes, a saber, que todos los lugares están llenos de cuerpo y que cada parte de la materia es de tal modo proporcionada al tamaño del lugar que ocupa, que no sería posible que llenara uno más grande ni que se encerrara en uno menor, ni que ningún otro cuerpo encontrara allí lugar mientras esa parte permanezca en

digresión: ¿es posible obtener algo infinito a partir de algo finito?”). Sin embargo, Descartes diría que las partes del elemento más fluido pueden llenar cualquier clase de hueco por pequeño que fuera sin interpenetración de partes sólidas.

[3] Aunque es muy difícil aceptar un pleno constituido por partes, Descartes querría sostener que las partes son homogéneas en su naturaleza material, pero son diversas en número, esto es, no constituyen un todo unitario y, en características tales como figura, tamaño y velocidad, pueden diferenciarse. Aunque ésta no es una respuesta definitiva al dilema que representa para Descartes el querer disociar el pleno del continuo desde un punto de vista matemático, representa su intento por proponer una nueva ontología para la física.

él, debemos concluir que se requiere necesariamente que haya siempre todo un círculo de materia o anillo de cuerpos que se muevan juntos al mismo tiempo.[4]

La propuesta cosmológica: del pleno al movimiento

Si resulta difícil caracterizar el movimiento en el pleno, incluso el circular, como Descartes lo propone, más difícil resulta aún la organización, el equilibrio y la diversificación del mundo físico a partir de la teoría de los vórtices. Sin embargo, para Descartes, una vez dotada del movimiento inicial, la materia deviene universo regulado u ordenado, a partir de los remolinos. De este modo, la teoría resulta endeble para todo lo que pretende explicar y, por ello, criticable. Con todo, Descartes considera que la acción del movimiento circular explica la relativa diversificación de la materia homogénea. Efectivamente, nuestro sistema solar, con sus diversos cuerpos celestes: planetas, cometas, sol, luna, etcétera, proviene de uno de estos torbellinos cuyo centro está ocupado por el sol. Nuestro sistema, al igual que otros, se ha engendrado debido a que, aun cuando la materia estuviese compuesta por partes más o menos iguales, al formarse los torbellinos, el movimiento debió provocar constantes encuentros o choques que explican la formación de los tres "elementos" cartesianos.

En realidad, los torbellinos están formados por una misma materia que, aunque homogénea en naturaleza, está relativamente diferenciada en cuanto a la velocidad, tamaño y figura de sus partes componentes. Así, podemos distinguir entre cielos, cometas, planetas, sol, estrellas, etcétera, o como le gusta decir a Descartes, entre los elementos primero, segundo y tercero o fuego, aire y tierra, que en nada se asemejan a los de la tradición aristotélica, pues no representan tres

[4] *Los principios*, II, AT IX, 81.

naturalezas distintas, sino diversos modos de la misma materia homogénea de que se compone el universo.

En la tercera parte de *Los principios*, párrafo 46, Descartes nos dice:

> Hemos subrayado anteriormente que todos los cuerpos que componen el universo están hechos de una misma materia, que es divisible en toda clase de partes y que ya está dividida en muchas que se mueven diversamente y cuyos movimientos son, de algún modo, circulares, y que hay siempre una cantidad igual de estos movimientos en el mundo; pero no hemos podido determinar, del mismo modo, qué tan grandes son las partes en las que esta materia está dividida, ni cuál es la velocidad con la que se mueven, ni qué círculos describen. Pues estas cosas, al haber podido Dios ordenarlas de una infinidad de maneras, no es sino por la experiencia y no por la fuerza del razonamiento, que podemos saber cuál de todas eligió. Es por ello que estamos en libertad de suponer lo que queramos, con tal de que todas las cosas que se deduzcan estén totalmente de acuerdo con la experiencia.[5]

Por otra parte, en *El mundo*, al final del capítulo VII, Descartes nos dice: "no les prometo dar aquí demostraciones exactas de todas las cosas que diré, me limitaré a proseguir la descripción que he comenzado, como si no tuviera otra intención que la de contarles una fábula".[6] ¿Qué es lo que intenta decir Descartes? ¿Que la teoría de los elementos y la de los vórtices no bastan para explicar la diversidad de los fenómenos naturales?

En realidad, la teoría de los vórtices es analógica y descriptiva, se extrañan en *El mundo* formulaciones más precisas y deducciones rigurosas; sin embargo, tampoco puede decirse que sea una mera fábula.

Considero que la descripción, a la que hace alusión Descartes, no es la descripción del mundo natural en el sentido tradicional, es decir, presentar el mundo físico como diversidad de sustancias con cualidades intrínsecas. Justamente su modernidad consiste no sólo en la reducción sustancial y

[5] *Los principios*, III, AT IX, 124.
[6] *El mundo*, AT XI, 48.

homogeneización del universo, característica de la vía de reflexión epistemológica, sino en la búsqueda de una explicación ordenada de todos los fenómenos naturales, precisamente a partir de la unidad material del universo y remitiendo la explicación de su variedad y multiplicidad a aspectos meramente cuantitativos. Ello no significa que las teorías no tengan limitaciones, pero, seguramente, la más importante es, como advertí al inicio, que los supuestos metafísicos condicionaron las explicaciones cartesianas acerca de los variados y múltiples fenómenos naturales.

Sobre el movimiento

Lejos de considerar una renuncia por parte de Descartes a una explicación de los fenómenos naturales pienso que, más bien, nos proporciona leyes más específicas para una caracterización de la naturaleza donde, dejando a un lado el sentido común e intentando reducir la complejidad y diversidad del mundo a términos evidentes, supera la explicación cualitativa de los fenómenos, para proporcionarnos una que se orienta cuantitativamente.

Si el mundo físico se reduce a materia y Descartes aspira a explicarla no sólo geométricamente, esto es, en cuanto forma y tamaño, sino físicamente, *i. e.*, en tanto cambia, entonces para Descartes toda modificación se reduce al desplazamiento de las partes materiales o posición relativa, posición que criticarán los newtonianos en vista de no haber para esta explicación del movimiento un polo de referencia inmutable.

Así, el movimiento que la física cartesiana explicará es el *cambio de lugar*, por lo que dice en *El mundo*: "y yo no conozco ninguno [tipo de cambio] que sea más fácil de concebir que el de las líneas de los geómetras que hacen que los cuerpos pasen de un lugar a otro y ocupen sucesivamente todos los lugares que están entre dos".[7] En *Los principios*, Descar-

[7] *El mundo*, AT XI, 40.

tes especifica el movimiento como una relación y además separa el móvil de la acción, poder o fuerza para mover algo, ya que desecha como la explicación del cambio cualquier causa interna que él entiende siempre como causa oculta.

En consonancia con su marco teórico geométrico, Descartes considera que la mejor y más simple explicación del movimiento es considerarlo como cambio de posición, sin embargo, no se trata sólo del cambio de posición de los cuerpos geométricos, como a veces suele considerarse, sino de cuerpos físicos, de los cuerpos en el mundo natural. Así, el objetivo de la física de Descartes es reducir efectos y propiedades de los fenómenos, que conocemos mediante la experiencia, a partes de materia (porciones limitadas de extensión) con figura, tamaño y susceptibles de variar su posición respecto a las otras, esto es, con movimiento. Por ello, Descartes introduce sus leyes del movimiento como una explicación ordenada y racional del cambio.

Para comprender esta explicación es muy importante tomar en cuenta un supuesto básico de esta física que contrasta con la aristotélica. En efecto, la física cartesiana es, en buena medida, la explicitación de las leyes del movimiento, pero hay que tener presente que, al ser el universo infinito, o al menos indefinido, al ya no haber un centro, se desvanecerá la distinción aristotélica entre los movimientos natural y violento y las mismas leyes regirán para todas y cada una de las partes de la materia.[8]

Descartes propone en *El mundo* la primera ley del movimiento como: "La primera es que toda parte de la naturaleza continúa siempre existiendo en un mismo estado mientras el encuentro con otra no la obligue a cambiar".[9] Y la reformula en *Los principios*, segunda parte, párrafo 37, en el sentido de que: "La primera es que cada cosa en particular [...] persiste en el mismo estado, tanto como sea posible y nunca lo cambia, sino por el encuentro con otras".[10]

[8] *Cf.* Laura Benítez, *El mundo en René Descartes*, p. 124.
[9] *El mundo*, AT XI, 38.
[10] *Los principios* 11, AT IX, 84.

En esta formulación de la ley de inercia, que sucede a la de Galileo y antecede a la de Newton, Descartes quiere subrayar que:

1. Aunque dotada de movimiento por Dios, a la materia no le es algo intrínseco;

2. el móvil "transporta" pero no "produce" su movimiento, y

3. la materia es totalmente inerte, así, la modificación o cambio, según se lee en (1), le es extrínseco.

En suma, la formulación de esta ley es la puerta de entrada a su mecanicismo, donde la materia, carente de poderes o potencias, sólo recibe y transmite el movimiento. La materia es, por ende, una especie de receptáculo pasajero por lo que, en opinión de Descartes, se puede diferenciar el móvil del movimiento.

En general, puede decirse que la física cartesiana, en el estricto sentido del mecanicismo, se dirige más a la explicación de la transferencia del movimiento que a la explicación de sus causas o de su posible esencia. En efecto, resume la explicación del movimiento en tres leyes generales (inercia, permanencia y choque) y deja como supuesto metafísico amplio la consideración de que Dios es la causa última del movimiento y, sobre todo, nos advierte que no es su intención ocuparse de lo que sea la esencia misma del movimiento.

Regresando a la primera ley, ésta nos revela el empeño que Descartes pone en subrayar la nula eficacia de la materia, su calidad de absolutamente inerte y despojada de cualquier potencia por actualizar. Así, en contra de Aristóteles, el cambio, en la versión mecanicista del universo, sólo puede ser el resultado de "encuentros" o "choques" entre las partes materiales o cuerpos y los resultados o saldos del choque, que se perciben como variación en la posición de las partes; son los únicos y auténticos cambios de la materia, por lo que hace al menos a sus partes elementales componentes.

En cuanto a la segunda ley, de permanencia o resistencia, se enuncia en *El mundo*: "Supongo como segunda regla

que, cuando un cuerpo empuja a otro, no podrá darle ningún movimiento, si no perdiera al mismo tiempo el suyo, ni quitárselo sin que el suyo aumentara otro tanto".[11] Como puede verse en el planteamiento cartesiano, el reposo no se entiende como una tendencia natural de la materia, al igual que el movimiento no se maneja como una potencia actualizada. Así, contraria a una noción aristotélica, a la ley cartesiana de la resistencia subyace la idea de que movimiento y reposo son estados de la materia que nada tienen que ver con explicaciones finalistas.[12] No hay ninguna variación ontológica significativa porque la materia esté en movimiento o en reposo, ya que la materia sólo es el vehículo o transporte del movimiento que pasa de unos cuerpos a otros por contacto. En consecuencia, el destino final de la materia no es el reposo, ni posee para Descartes ningún disparador interno esencial actualizador de potencias. La versión antiaristotélica del movimiento en Descartes abre así una senda a la nueva ciencia, aunque genera también nuevos problemas, los inherentes a su versión mecanicista.

Naturalmente, una de las mayores dificultades es la del origen del movimiento, que Descartes tiene que poner en el propio autor divino de la materia, que conserva siempre las mismas cantidades de materia y movimiento creadas por Él de instante en instante, gracias a que siempre actúa de la misma manera. De este modo, la explicación metafísica no está en los principios o leyes de la física, pero sí en su fundamento. Este fundamento metafísico se ancla fuertemente en el *principio de razón suficiente*, el cual impide a Dios actuar en forma tal que cambie las leyes del juego mecánico del universo o su cantidad y le proporciona a la

[11] *El mundo*, AT XI, 41.

[12] Una pregunta interesante que me ha hecho José A. Robles es si uno podría entender el choque, en vista de que no sigue la pauta finalista aristotélica, como mero azar al estilo atomista. Considero que en la perspectiva de lo que ha dado en llamarse el "desarrollismo cartesiano" en el sentido de que, a partir de las leyes del movimiento que Dios dicta, la materia deviene mundo organizado, es obvio que nos encontramos más cerca de una pauta racional trascendente que de un materialismo no sólo inmanentista sino azaroso.

teoría física de Descartes la garantía en la continuidad del orden del universo.

Brehier[13] ha señalado que esta ley de permanencia, que descansa en la inmutabilidad de Dios, es paralela a la de la garantía divina de la evidencia en la teoría del conocimiento. Esta observación puede leerse en el sentido de que Descartes funda, tanto la física como la epistemología, en la metafísica, algo en lo que sería absurdo no convenir; sin embargo, hay que reconocer que la novedad estriba en llevar la búsqueda racional hasta sus últimas consecuencias donde se encuentra con un límite infranqueable que él entiende como la racionalidad absoluta de Dios.

Por lo que hace a la tercera ley del movimiento o ley del choque, Descartes considera en *El mundo* que todo movimiento se transmite por contacto y de manera instantánea. La necesidad de tal propuesta se desprende de la negación del vacío. Dicha negación no representa, sin embargo, la aceptación de un continuo, sino de un contiguo discreto, de partes que no pueden dejar huecos entre sí.

La negación del vacío y las explicaciones del movimiento en el pleno son de claro cuño aristotélico, así que, si bien Descartes buscaba superar a Aristóteles proponiendo una explicación mecánica del movimiento que sustituyera la vieja explicación metafísica, su adhesión al plenismo pone a prueba su concepción general del movimiento.

Por un lado, la materia inerte, sin fuerza interna que recibe y transmite el movimiento, no debe pensarse como un continuo sino como un contiguo de materia con diversas densidades y cohesiones, lo cual, en principio, daría cabida al movimiento. La pregunta es: ¿de dónde surgen las distintas densidades y cohesiones del pleno? La respuesta se halla en la teoría de los elementos, que le permite a Descartes caracterizar las partes materiales con un límite en su división; por lo que las partes, en principio divisibles al infinito, adquieren cierto tamaño, velocidad y figura —gracias a las leyes del movimiento—, lo cual a su vez le

[13] *Cf.* E. Bréhier, *Histoire de la philosophie, Philosophie Moderne.*

da oportunidad para proponer tres elementos diversos, no en su naturaleza material, sino en sus características cuantitativas.

Así, en última instancia, la teoría del movimiento se haya estrechamente ligada a la teoría de los elementos que se funda en un atomismo *sui generis* o funcional; partes que funcionan "como átomos" y explican la diversidad de los elementos, lo que condiciona, a su vez, la diversidad de los cuerpos materiales y su movimiento. Sin embargo, la gran dificultad seguirá siendo de dónde surgen la densidad y la cohesión, pues si bien con la teoría de los elementos ha logrado diversificar las partes materiales, al no poseer éstas literalmente ninguna fuerza, ¿cómo pueden cohesionarse?

El plenismo tiene otras consecuencias importantes sobre el mecanicismo, además de dificultar enormemente, como se ha visto, la explicación del movimiento. En efecto, si bien Descartes no acepta de Aristóteles la tendencia de la materia al reposo y, a pesar de intentar dejar de lado toda clase de explicaciones finalistas, acepta que la materia tiene una tendencia natural al movimiento rectilíneo (cada parte individuamente tiene esa tendencia, aunque en el mundo sólo se registran movimientos circulares —anillos de materia moviéndose— debido al pleno).

Sin embargo, hablar de tendencias ¿no es acaso hablar de algún tipo de poder de acción intrínseco (poderes ocultos) a los que tanto rehúye Descartes? Y si se recurre al principio metafísico Dios, Descartes no está en este caso en mejor posición que Newton al decir que Dios ha dotado a la materia con estas tendencias, pues del mismo modo que la ha dotado con la tendencia al movimiento rectilíneo la puede dotar con la tendencia al movimiento gravitacional.[14]

En suma, a pesar de que Descartes logró importantes avances con respecto a la explicación metafísica, aristotéli-

[14] En el *De aequipondio fluidorum*, Newton hace gala de su conocimiento de *Los principios de la filosofía* de Descartes y muestra el problema que representa para los cartesianos el concepto de movimiento tendencial en el sentido de una *fuerza centrípeta interna* que permite a los planetas mantenerse a una distancia adecuada del sol.

ca, del movimiento, su explicación mecanicista no carece de problemas al conjuntar la inercia de la materia con el pleno material. Una inercia que no es total cuando se registra el movimiento tendencial rectilíneo y un pleno en el que, sin dar una explicación satisfactoria de la cohesión de las partes o de la diferencia de las densidades, hay que aceptar las partes de un contiguo como las partes materiales que se mueven por contacto instantáneo.

Éstos son los problemas que los newtonianos buscarán superar con la teoría del espacio vacío y de las fuerzas de atracción de las partes materiales, para elaborar la dinámica.

2. El problema de la identidad de la materia y la diversidad de los cuerpos materiales en René Descartes

@

Como se sabe, la identidad refiere como vocablo a la calidad de idéntico, de ser lo mismo (lat. *Identitas* e *ibidem* lo mismo). Equivale a la permanencia experimentada a través del cambio y la diversidad de los fenómenos.

1. La identidad explica, en el ser humano, hábitos, memoria y responsabilidad moral.

2. En la identidad de la especie se fundan las propuestas teóricas sobre la herencia.

3. La identidad psicológica da paso a la conciencia de la percepción, la sensación, los sentimientos, las pasiones, etcétera.

4. La identidad lógica es un principio fundamental de esa disciplina.

De lo que aquí se hablará es de la identidad en sentido ontológico que fue el punto de partida para los nuevos sentidos en la filosofía natural. Así tendremos que referirnos a la base constitutiva de los objetos tanto como a los criterios que permiten la identificación de los individuos.

Para poder hablar del problema de la identidad de los objetos o cuerpos materiales en Descartes nos referiremos, primero, a un antecedente que resulta insoslayable: Tomás de Aquino, ya se vea como la propuesta a superar o como un interesante punto de partida para la moderna filosofía natural.

En particular, trataremos el problema de la materia en el Aquinate que, en algún sentido interesante, prenuncia la postura cartesiana.

Antecedentes en Tomás de Aquino

Para Tomás de Aquino (*Summa Theologica* Q VII,) la materia debe entenderse en dos contextos; en el absoluto, esto es en relación con la divinidad, y en el subordinado, esto es independientemente de la divinidad.

En el mismo apartado refiere:

1. La materia no es una sustancia cuando la forma está completamente ausente de ella.
2. La materia no existe por sí misma en la naturaleza.
3. La materia no es un ser actual sino mera potencialidad.
4. Es una, no porque tenga una forma, sino precisamente por la ausencia de toda forma distinguible.
5. Materia es una mera privación, nadería o nada.
6. La materia para entenderse debe:
   a) Referirse a Dios (su creador).
   b) Referirse a la forma con la que el creador la ha dotado. "Pues aunque sostenemos que la materia ha sido creada por Dios, no aparte de la forma, la materia tiene su idea en Dios, pero no aparte de la idea de ella como compuesta con la forma. La materia por sí no puede ni existir, ni ser conocida".[1]

Sin embargo, en la propia *Summa Theologica* (Q LXXIX y Q LXXX), ahora en la perspectiva del contexto subordinado, hay formulaciones como la siguiente: "en la materia de las cosas generables y corruptibles, nos corresponde comprender dimensiones indeterminadas antes de que tome una forma sustancial. En consecuencia, la división que se da, de acuerdo con las dimensiones de esta clase, propiamente pertenecen a la materia. Pero la cantidad completa y determinada llega a la materia después de la forma sustancial…"

[1] Tomás de Aquino, "Cuestión XV", en *Summa Theologica*, en adelante *ST Q*.

Naturalmente, esta afirmación y otras similares han dado pie a muy diversas interpretaciones. La que me interesa recoger es la de Albert G. A. Balz, reconocido estudioso de Descartes, quien considera que, de acuerdo con Tomás:

1. Hay materia.

2. Hay dimensionalidades indefinidas, que deben presuponerse como perteneciendo a la materia independientemente de la forma.

3. Hay la forma sustancial.

4. Hay una completa y definida cantidad que le ocurre a la materia o, más específicamente, que le pertenece al existente finito, en virtud de que la materia recibe la forma sustancial.[2]

5. De esto concluye: hay una dimensionalidad que no le viene a la materia por la forma, sino que es inherente a la materia, independientemente de la forma.

En opinión de Balz, se trata de pasar de la unidad a la diversidad desde la perspectiva de la materia, por lo cual sugiere la siguiente jerarquía:

1. La materia prima es nadería, incognoscible.

2. La materia indefinida dimensionada es algo y es cognoscible.

3. Las cosas concretas, existentes finitas, son compuestos de materia y forma y son lo que comúnmente conocemos.

En suma, al considerar la diversidad y la multiplicidad de las cosas, tenemos que concluir que la materia *contribuye*, de alguna manera, a la existencia de la diversidad.

Por otra parte, para Aristóteles y para Tomás, la materia es siempre *en vista de la forma*, eso significa según Étienne Gilson que: "Diversas materias se requieren para permitir que diversas formas entren en unión con ellas para constituir objetos concretos".[3]

Balz concluye que a la materia debe adscribírsele una propiedad constitutiva, una *dimensionalidad* que le es propia como materia, que expresa su poder de autodiversifica-

[2] A. Balz, "Matter and Scientific Efficiency", en *Cartesian Studies*, p. 249.
[3] E. Gilson, *The Spirit of Medieval Philosophy*, p. 465.

ción o al menos la naturaleza anticipatoria de la diversificación efectuada por las formas.[4]

El problema es realmente ¿qué se quiere decir con *diversidad de la materia anterior a la forma sustancial*?

La interpretación de Geneviève Rodis-Lewis[5] busca dar una respuesta:

En una primera etapa, Tomás propone que las dimensiones en la materia, anteriores a la forma sustancial, proceden de una primera forma, la corporeidad (Avicena).

En una segunda etapa, Tomás adopta, de Averroes, la noción de "dimensiones indeterminadas" en la materia.

En una tercera etapa, dejando a un lado tanto a Avicena como a Averroes, llega a su concepto de "dimensiones *praintelectae* en la materia" (inteligidas previamente en la materia).

Así, la diversidad de las cosas existentes no se debe únicamente a la diversidad de las formas, sino también a la materia signada por la cantidad.

¿Es posible que la materia cartesiana refleje la escolástica aprendida en La Flèche?

1. Para Descartes hay sustancia creadora (Dios) y sustancias creadas (extensión y pensamiento). Así, todo lo corpóreo y material se identifica con la sustancia extensa, en tanto que el pensamiento y todas sus actividades se identifican con la sustancia pensante.

2. La serie de propiedades que se atribuye a cada una de estas sustancias son excluyentes, de ahí la dificultad para establecer la comunicación e interacción entre ambas.

3. Como la materia es sustancia completa, todas las cosas materiales están constituidas por esta sustancia, de manera que se excluyen las formas sustanciales diversas a

[4] A. Balz, "Matter and Scientific Efficiency", en *op. cit.*, p. 251.
[5] G. Rodis-Lewis, "Hypothéses sur l'élaboration progressive des Méditations de Descartes", en *Archives Philosophiques*.

las que Descartes llama "miserables entes que perturban el espíritu de la juventud".

4. La propiedad esencial de la materia es la extensión, esto es, su dimensionalidad en largo, ancho y profundo, de donde se derivan algunas otras como figura, tamaño, acomodo de las partes, etcétera.

5. Cualquier otra propiedad que no pueda derivarse de la extensión es más bien de carácter subjetivo y las ideas de tales "propiedades" como color, olor, sabor, etcétera, no serán nunca claras y distintas, pues no son sino el registro de una actividad de la materia (corpúsculos materiales en constante choque) que se presenta de modo limitado a nuestros sentidos y sólo plenamente a nuestro intelecto.

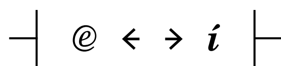
6. Ahora bien, como la materia no es más que extensión, por esta sola razón, en principio, es divisible en toda clase de partes.

7. Los objetos o cuerpos materiales no son un compuesto de materia y forma como para Aristóteles, sino un conglomerado de partes que viajan juntas con la misma velocidad y sentido. Nada más lejano a la vieja tradición. Sin embargo, es verdad que entre la "materia signada por la cantidad" y la "materia como extensión cuantificable" hay cierta semejanza, siempre y cuando en verdad pueda interpretarse a Tomás de acuerdo con la línea sugerida.

8. Por otra parte, es muy cuestionable que podamos acercar el hilemorfismo al corpuscularismo. La propuesta de la tradición se inscribe en una ontología dura, en tanto que el corpuscularismo, como tesis de la filosofía natural moderna, deja de lado todas las propiedades que no sean cuantificables, por ende, plenamente inteligibles, y torna subjetivas todas las cualidades sensibles.

Entidades e identidades en la propuesta cartesiana

¿Qué significa en Descartes que la materia es extensión? Para Descartes la extensión no es una propiedad acciden-



tal sino esencial de la materia: "y si concibo su extensión o la propiedad que tiene de ocupar espacio, no como un accidente sino como una verdadera forma o esencia, ellos [los filósofos de la Escuela] no podrán negar que esta manera de concebirla no sea muy sencilla".[6] La extensión no es una característica o propiedad más entre otras de la materia, sino que la materia es esencialmente extensión tridimensional: "toda la dificultad que experimentan en la suya, [su concepción tradicional de la materia] no procede sino de que la quieren distinguir de su propia cantidad y de su extensión externa, es decir, de la propiedad que tiene de ocupar espacio".[7]

Descartes, frente a la tradición que consideraba que existía una gran diversidad de formas sustanciales, las cuales remitían a la heterogeneidad sustancial del universo, opera una reducción fundamental al declarar que absolutamente toda la materia del universo no es sino extensión. De este modo, el universo cartesiano se simplifica y homogeneiza. Frente al problema de atrapar la esencia de cada cosa en el mundo natural lo que hay que hacer básicamente es medirla: "Pues todo aquello que se puede atribuir al cuerpo presupone la extensión y no es sino algo derivado de lo extenso".[8] ¿Cómo hablar de cuerpos cuando todo lo que tenemos es una materia homogénea?

En general, la propuesta cartesiana lleva a dos lecturas opuestas.

1. Si la materia es extensión, ello significa que en principio es divisible al infinito. Si ello es así, piensa G. W. Leibniz, la materia estaría constantemente en proceso de división, con lo cual es imposible pensar en cuerpos.

2. Si la materia es verdaderamente homogénea, la materia es idéntica, es una, *ergo* dice A. Kenny,[9] la materia es un sólido continuo por lo cual es imposible hablar de cuerpos.

[6] *El mundo,* AT XI, 433.
[7] *Ibid.*, AT XI, 432.
[8] *Los principios,* II, AT VIII, 48.
[9] A. Kenny, *Descartes a Study of His Philosophy*.

De la identidad de la materia a las entidades materiales

Hay que decir que para intentar solucionar los problemas en torno a la identificación de la materia con la extensión, Descartes propone en *El mundo* su teoría de los elementos, con la cual busca rebasar el nivel geométrico-matemático, anejo a dicha identificación, para solucionar el problema de la diversidad de los cuerpos desde una perspectiva física.

Descartes distingue tres clases de sustancias materiales: primero, segundo y tercer "elementos". El primer problema es, desde luego, ¿cómo hablar de diversos elementos, dada la homogeneidad material? Para responder a esta pregunta hay que hacer varias consideraciones.

1. Los elementos cartesianos no son semejantes a los de la tradición, pues no se trata de diversas "naturalezas" materiales.

2. Los elementos cartesianos son distintos, pero no en virtud de cualidades intrínsecas propias que les hagan ser incompatibles o contrarios unos con otros.

3. Los elementos cartesianos comparten la misma naturaleza material y se definen o identifican por comparación del tamaño, figura y velocidad de sus partes componentes.

Ahora bien, puesto que son esencialmente semejantes (todos los elementos son extensión) y además la materia en Descartes es inerte, el origen de su diferencia se encuentra en algo distinto a ella, que es el movimiento asociado a la materia desde su creación. En efecto, gracias al movimiento que siguen ciertos patrones regulares o leyes y cuya cantidad en el universo, según Descartes no varía, es posible llegar a una relativa diferenciación entre los elementos, diferenciación no esencial, pero si *estructural*, debida a la figura y tamaño de las partes componentes y de *comportamiento* debida a la velocidad de las partículas de materia. Todas las diferencias que se admiten en las partículas elementales son cuantificables.

El reconocimiento de tres elementos en el universo da cuenta de que sólo haya tres tipos de partes básicas materiales. Los tres elementos que constituyen al mundo natural son:

1. Materiales y por tanto extensos, *i. e.*, *semejantes* en esencia.

2. Compuestos de partes extensas, pero no en acto de dividirse debido a las leyes del movimiento.

3. Partes elementales o "átomos" funcionales, semejantes en esencia en los tres elementos, pero desemejantes en tamaño, figura y velocidad: "las formas de los elementos deben ser simples y no tener ningunas cualidades que no se combinen entre sí perfectamente, que dada una tienda a la conservación de las demás. [...] Por tanto, me es imposible encontrar en el mundo alguna forma que sea de este modo, exceptuando las tres que he descrito".[10]

La descripción de las formas, como la hace Descartes, tiene por objeto mostrar que hay un límite real físico a la división de la materia. Si las partes no continúan dividiéndose (como se sigue de la definición geométrica de extensión) es porque no hay nada en la naturaleza, ningunas otras partes, capaces de romperlas mediante sus frecuentes encuentros y choques. Son por ello partes constitutivas o componentes. Así, dice al describir el primer elemento: "Porque la [forma] que he atribuido al primer elemento consiste en que sus partes se mueven tan sumamente rápido y son tan pequeñas, que no hay ningún otro cuerpo capaz de detenerlas y, además de esto, no requieren de ningún tamaño, figura o situación determinada".[11] Éstas son las partes constitutivas del primer elemento, licor sutil [éter], verdaderas unidades de los cuerpos materiales que llamamos "luminosos", como el sol y las estrellas cuando se hallan sin mezcla, aunque están presentes en cualquier mínimo intersticio de los cuerpos mezclados.

[10] *El mundo*, AT XI, 424.
[11] *Idem.*

En cuanto al segundo elemento nos dice: “La [forma] del segundo consiste en que sus partes tiene un tamaño y un movimiento tan medio que, si se encuentran muchas causas en el mundo que puedan aumentar su movimiento y disminuir su tamaño, existen exactamente otras tantas que pueden hacer todo lo contrario, de manera que permanecen siempre como en balance en esta misma medianía”.[12]

Tras esta descripción hay un supuesto de equilibrio en la organización de la naturaleza. El segundo elemento o aire es el más abundante en el universo, constituido por pequeñas esferas no observables a simple vista, originadas por el movimiento circular de la materia en los vórtices y los choques continuos de sus partes. Es el elemento transparente de los cielos o medio que impide la acción a distancia.

El tercer elemento, tierra, queda descrito como: “Y la [forma] del tercero consiste en que sus partes son tan grandes o están de tal modo juntas que tienen la fuerza para resistir siempre los movimientos de otros cuerpos”.[13] Se trata del elemento de los cuerpos opacos, planetas, cometas y lunas; partes, en su opinión tan “masivas”, como cohesionadas, con una muy importante “fuerza de resistencia” y lentas que no hay otras partes en la naturaleza que las puedan romper.

En la consideración cartesiana, el fuego y la tierra son los casos límite o de excepción de esta tendencia al equilibrio y la uniformidad, que se deriva de las leyes del movimiento, pues por exceso o por defecto, se constituyen como formas diferentes al segundo elemento o aire.

A partir de esta descripción Descartes cuenta con tres “elementos” para la constitución de cuerpos diversos. De hecho, ha señalado ya a los cuerpos “luminosos” sol y estrellas; los transparentes o cielos y los opacos: planetas, cometas y lunas. Sin embargo, ¿cómo se llega a la inmensa variedad de los cuerpos que la naturaleza nos ofrece?

[12] *Ibid.*, AT VII, 425.
[13] *Idem.*

El problema de la identidad de los cuerpos en Descartes

Para una teoría física que, como señalamos, se encuentra a medio camino entre el corpuscularismo y el atomismo, que homogeneizan la materia, y cuya base para la explicación de la organización del universo es el movimiento mecánico, resulta muy complejo hablar de la identidad de los cuerpos, toda vez que el acento de la identificación, en tanto criterios de identidad, se ha depositado en sus partes componentes.

Por otra parte, esta misma situación explica la fuerte ambigüedad con que Descartes usa el término "cuerpo". En efecto, "cuerpo" puede referirse a:

1) Los "elementos": "A partir de esto, podré hacerles entender fácilmente por qué no admito ningún otro elemento fuera de los tres que he descrito; porque la diferencia que debe haber entre ellos y los otros cuerpos que los filósofos llaman mixtos o mezclados y compuestos, consiste en que la forma de estos cuerpos mezclados, contiene siempre en sí, algunas cualidades que son contrarias".[14]

2) Estados de la materia, cuando se refiere a la dureza y a la liquidez: "Luego, no encuentro ninguna otra diferencia entre los cuerpos duros y los cuerpos líquidos, salvo que las partes de unos pueden separarse mucho más fácilmente que las de los otros".[15]

3) Los objetos o cuerpos materiales del mundo externo: "Pues no hay persona que no sepa que la idea del cosquilleo y del dolor, que se forman en nuestro pensamiento, a causa de los *cuerpos* del exterior que nos tocan, no tienen ninguna semejanza con éstos".[16]

Si el componente más importante de la naturaleza corpórea es la extensión, los elementos se explican como cuerpos simples, esto es, sustancias homogéneas en cuya constitución no intervienen sino partículas elementales. Por otro

[14] *Ibid.*, p. 71, AT XI, 424.
[15] *Ibid.*, p. 59, AT XI, 413.
[16] *Ibid.*, p. 51, AT XI, 407.

lado, los estados de la materia se explican como resultado del comportamiento de las partículas y, finalmente, los diversos cuerpos no son sino conglomerados de partículas, con distinto grado de dureza o fluidez, que viajan juntas a una misma velocidad y con el mismo sentido.

La gran pregunta siempre ha sido: ¿qué mantiene juntas a las partículas? Pues, si la materia es totalmente inerte ¿qué cohesiona las partes? Éste fue, entre otros, uno de los reproches de Newton a Descartes.

No obstante, al referirse a la diferencia entre cuerpos "líquidos" y "duros", Descartes habla, sin nombrarlo, del diverso grado de cohesión que permite que las partes de unos cuerpos se separen más fácilmente que las de otros. Así dice: "Pienso también que para componer el cuerpo más líquido que se pueda encontrar, basta con que sus más íntimas partes se muevan lo *más diversamente* la una de la otra y lo más rápido que sea posible".[17] Deja ver, hasta cierto punto, que en los cuerpos sólidos hay una cohesión mayor cuando nos dice que sus partes están de tal modo juntas que tienen la *fuerza* de resistir a cualquier otro cuerpo (¿una fuerza de atracción entre las partes?), en tanto que, en los líquidos, hay una menor cohesión puesto que pueden moverse diversamente, *i. e.*, separarse muy rápidamente (¿acaso una cierta fuerza de repulsión?); es verdad que la enunciación no es para nada clara y distinta, pero que el germen de las fuerzas está en Descartes, pese a que él rechazó ese tipo de explicación por encontrarla muy difícil de comprobar, es algo que el propio Newton hace manifiesto cuando se refiere a ciertas disposiciones o tendencias de las partes de la materia al movimiento rectilíneo y, por ende, a salir por la tangente cuando se hallan girando en los vórtices que Descartes menciona.

En suma, la identificación de los cuerpos resulta muy ardua si sólo se refiere a conglomerados de partes (como un montón de arena), pero si tales partes con determinadas dimensiones y figuras se mueven con cierta velocidad y

[17] *Ibid.*, p. 59, AT XI, 413.

sentido, y en ellas se distinguen grados de cohesión, estamos mucho más cerca de lograr un importante conjunto de criterios cuantitativos para la identificación de cuerpos en el ámbito de la filosofía natural moderna.

3. El atomismo como enlace entre Giordano Bruno y René Descartes

@

> Las filosofías y las leyes no acaban por perderse porque falten los intérpretes de las palabras sino [porque faltan] los que puedan profundizar en los pensamientos.
>
> Giordano Bruno,
> *De la causa, principio y uno*

Introducción

Pese a que es común que en las reuniones académicas, simposios y festejos la referencia directa a Bruno se escatime, no obstante, su sombra se proyecta cada vez con más fuerza y vigor. No se le puede ignorar pues Bruno está muy estrechamente unido al pensamiento de la gran mayoría de los filósofos de la modernidad. Hacer justicia a la capacidad creadora, la agudeza en el tratamiento de los problemas y la influencia de sus ideas nos ha reunido,[1] no sólo como un grupo que dedica sus esfuerzos al conocimiento de la filosofía moderna, sino muy particularmente a la explicación de la génesis y desarrollo de la filosofía natural.

Sin duda, uno de los hilos fundamentales en el entramado de la nueva ciencia es el abandono de las formas sustanciales, como las concebía el aristotelismo y la adopción de alguna forma de atomismo. Esta vuelta a la antigüedad prearistotélica (Leucipo, Demócrito, los epicúreos, Lucrecio),

[1] Referencia al Simposio Giordano Bruno 1600-2000 que fue llevado a cabo en el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM.

aunque matizada, fue vista por varios modernos: Gassendi, Basson, Van Goerle, etcétera, como indispensable para sentar las bases de la nueva ciencia.

Mi intención en este estudio es hacer ver algunos aspectos de la polémica contra el aristotelismo en los inicios del siglo XVII, que en mucho sigue a Bruno particularmente en lo relativo al rechazo de las formas sustanciales y, en segundo lugar, quiero hacer expresa la forma en que Descartes toma la propuesta atomista y cómo la convierte en un corpuscularismo mecanicista de fuerte resabio aristotélico.

Giordano Bruno y su rechazo a las formas sustanciales en De la causa, principio y uno

Uno de los textos más difundidos de la nolana filosofía es, sin duda alguna, el *De la causa, principio y uno*. En este texto se hace patente la oposición radical hacia Aristóteles, aunque la terminología sigue girando en la órbita del príncipe de los filósofos. En efecto, seguimos hablando de principios, causas, formas, materia, acto y potencia, pero el significado se ha renovado por completo.

Por otra parte, justo es reconocer que Bruno no se limita a la tradición aristotélica pues retoma, siguiendo en esto al humanismo de su tiempo, las ideas pitagóricas, platónicas, las de Plotino, las del orfismo, etcétera, sin desdeñar tampoco las de los árabes, la cábala y aún las de los magos. Así, su pensamiento auténticamente renacentista puede ser visto, en un primer plano, como fuertemente sincrético. Sin embargo, lo que verdaderamente sobresale en sus propuestas filosóficas es su vigor creador y el impacto que sus ideas tuvieron en el desarrollo de la filosofía moderna.

En relación con las diversas tradiciones que Bruno recoge en el Segundo diálogo de *De la causa,* al hablarnos del intelecto universal, nos dice que los pitagóricos lo han considerado como el motor o agitador del universo, mientras que los platónicos lo ven como el “forjador del mundo” y los “magos” lo consideran como el “sembrador” o “fecundo en

gérmenes".[2] Sin embargo, Bruno ofrece su propia versión. Él entiende que el intelecto o alma del mundo "impregna la materia de todas sus formas y según el modo y naturaleza de éstas, configura, forma y entreteje la materia en órdenes tan admirables que en manera alguna pueden atribuirse al azar ni a cualquier otro principio que no tenga en sí la aptitud de diferenciar y ordenar".[3]

Aún más, este intelecto no es extrínseco sino intrínseco a la materia ya que el alma es "artífice interno porque da la forma a la materia configurándola desde dentro".[4]

Bruno une la causa formal a la eficiente de modo que la forma, como principio constitutivo, es idéntica a la causa eficiente inmediata de las cosas naturales. Así, el alma del universo es, a la vez, principio intrínseco y extrínseco del universo, pues "el alma del Universo en cuanto lo anima e informa todo viene a ser parte intrínseca y formal de aquél; pero en cuanto lo mantiene y gobierna, no es parte, no tiene carácter de principio sino de causa".[5] Para Bruno existe la forma del universo como un todo que de manera peculiar sintetiza las causas aristotélicas; tal forma, según la disposición de la materia, produce distintas configuraciones o realiza diversas propiedades. Tales configuraciones son las formas externas y plurales que, de manera equivocada, en opinión de Bruno, los aristotélicos consideran subsistentes: "La sustancia espiritual no es menos subsistente que la material. Por tanto, sólo las formas externas cambian y hasta se aniquilan, ya que no son cosas, no son sustancias sino accidentes y circunstancias de las cosas y de las sustancias".[6] Así, Bruno ha logrado dar la vuelta completa a la filosofía aristotélica convirtiendo las formas en accidentes y redimiendo a la materia como verdadero principio absoluto y constante junto con la forma "alma" que existe en

[2] G. Bruno, *De la causa, principio y uno*, p. 65.
[3] *Ibid.*, p. 66.
[4] *Idem.*
[5] *Ibid.*, p. 69.
[6] *Ibid.*, p. 76.

la materia y está siempre presente a ella. Ambos principios, material y espiritual, se requieren mutuamente.

Bruno rechaza el materialismo duro, porque encuentra que la actividad pertenece a un principio espiritual, exhibe un panteísmo materialista toda vez que ese principio espiritual es intrínseco a la materia: "hallamos que es necesario concebir en la naturaleza dos especies de sustancias, una que es forma y otra que es materia; porque es preciso que haya una actividad sustancial, en que reside el poder activo de todo y [que haya] un poder o sustrato en el cual exista una no menor potencia pasiva de todo; en aquél reside el poder de hacer, en ésta, la capacidad de ser hecho".[7]

La lucha contra el aristotelismo por fincar una ontología completamente distinta no tiene como fin central un cambio en la metafísica sino la explicación más ajustada en filosofía natural. Así enuncia con toda claridad lo que podemos considerar plenamente como un principio o ley de conservación: "De todo esto se puede concluir (aun a despecho de los peripatéticos) que nada se aniquila ni pierde el ser, sino tan solo su forma exterior (tanto accidental como material). Por tanto, así la materia como la forma sustancial de cualquier cosa natural, que es el alma, son indisolubles e indestructibles siendo imposible que pierdan eternamente el ser".[8]

Las formas sustanciales de los peripatéticos son para Bruno "disposiciones" u "ordenaciones" de accidentes, por ello mismo son pasajeras, no sustantivas y accidentales. Cuando las formas no son el principio, sino diversas disposiciones de la materia que decaen y se renuevan, la verdadera sustancia y naturaleza es la materia que permanece.

Pero profundizando un poco más en la materia, en el *Cuarto diálogo*, Bruno hace una propuesta que bien puede considerarse uno de los antecedentes del monismo anómalo de Bertrand Russell. En efecto, el nolano afirma: "Porque la misma materia, para decirlo más claro, o sea, aquello mis-

[7] *Ibid.*, p. 89.
[8] *Ibid.*, p. 96.

mo que puede ser hecho, ya mediante las dimensiones y extensión del sustrato y las cualidades que convienen a la cantidad y esto se llama sustancia corpórea; ya hecho, si asume un ser nuevo, sin aquellas dimensiones, extensión y cualidades, es entonces sustancia incorpórea que supone, asimismo, dicha materia".[9]

En suma, parecería existir el mismo material para todo cuanto es, el cual al tomar ciertas características se constituye en cuerpos materiales y si toma otras en entidades no materiales. El material básico o "stuff" del universo permanecería siempre el mismo y adoptaría de acuerdo con las circunstancias diversas modalidades.

Por otra parte, en esta misma cita resalta la tipificación de lo corpóreo como extenso con propiedades cuantificables, algo que nos remite a Descartes, no porque fuese el único autor renacentista que aludiera a las propiedades cuantificables de la materia, sino por la definición directa de sustancia corpórea como extensión. Como se sabe, es muy difícil establecer el vínculo entre Descartes y Bruno pues casi todos los autores posteriores a él se cuidaron muy bien de no mencionarlo con frecuencia. Así, cuando Descartes se refiere a la ilimitación del universo, menciona a Nicolás de Cusa, pues no admite la infinitud positiva del universo que implicaba la posición de Bruno.

Como quiera que sea, otra interesante coincidencia se refiere a la terminología de patencia y evidencia intelectual respecto a la materia última del universo. Dice Bruno: "hay cosas que sólo se hacen evidentes por las manos y el tacto, otras por el oído, otras sólo por el gusto, otras sólo por los ojos, del mismo modo esta materia de las cosas naturales, no puede hacerse patente sino al intelecto".[10] En cuanto a la cuestión del atomismo, quiero advertir que sólo voy a referir un par de propuestas brunianas que, me parece, se desprenden de su nueva ontología y me voy a limitar únicamente a los mínimos físicos. Desde el *De la causa*...,

[9] *Ibid.*, p. 121.
[10] *Ibid.*, p. 95.

Bruno hace alusión a partículas materiales mínimas. Dice: "No hay corpúsculo por mínimo que sea que no contenga en sí una porción [de ella, la sustancia espiritual] bastante para animarlo".[11]

En el universo hay cosas ínfimas, pequeñas, de naturaleza material pero que conservan la forma, el alma, el espíritu, están animadas. Sin embargo, hay que tomar en cuenta las recomendaciones de Bruno cuando hablamos de lo muy pequeño o mínimo. En efecto, según lo refiere Ernesto Schettino lo mínimo no es ínfimo, ni parte en sentido negativo como limitación o insuficiencia, sino que: "Lo único que se puede admitir al respecto es la idea de mínimo como parte primera, como fundamento, como materia primera, pero precisamente esto significa la superioridad ontológica del mínimo que, por definición, carece de partes".[12] Así pues, estamos hablando de átomos, no de corpúsculos que por naturaleza admiten partes y, por ende, la división.

En el nivel del mundo natural, Bruno se compromete con una ontología de partes últimas como resultado de concebir a los átomos físicos como auténticas sustancias. Así lo refiere en el *Adversus Mathematicus*: "El mínimo es entonces la primera cosa material y sustancia".[13]

De las ideas del atomismo antiguo que Bruno recoge, la que puede resultar más importante, aunque reelaborada por el nolano, es la de intersticios vacíos entre los átomos esféricos. Este asunto será fundamental para el atomismo posterior, pues la aceptación del vacío resultaba clave para el movimiento de las partículas.

Finalmente, una cuestión igualmente importante es el rechazo al mecanicismo, puesto que Bruno entiende que la unión entre átomos para la formación de los compuestos no se da por simples choques azarosos, frutos del peso y las desviaciones en la caída sin fin de las partículas, sino que, como lo refiere Schettino, Bruno sostiene: "una especie de

[11] *Ibid.*, p. 74.
[12] E. Schettino, *La necesidad de los mínima en la filosofía nolana*, inédito, p. 3.
[13] *Ibid.*, p. 7.

animismo y magnetismo con lo cual se podría explicar la formación de distintos compuestos".[14]

Pero aquí la consideración más importante es que el átomo no es inerte, sino poseedor de fuerzas. Así, en el *De triplici minimo,* dice: "Minimum potentissimum est omnium, quippe quod omne momentum, numerum, magnitudinem claudit atque virtutem".[15]

Si "los verdaderos átomos son la sustancia de todo" y como cualquier parte del universo están informados y ordenados por un alma, no sólo estamos lejos del azar mecánico, sino que nos acercamos a la explicación dinámica, pues las fuerzas permiten la explicación no sólo de los compuestos, sino de diversas transformaciones de los cuerpos. Nos hallamos, pues, lejos del plenismo y de la inercia de la materia cartesiana.

En suma, Bruno no sólo participa de la polémica antiaristotélica que vio en las formas sustanciales una limitación a la explicación de los fenómenos naturales, sino que avanzó en el ámbito de la física, con la propuesta de átomos permeados por fuerzas (aunque éstas hayan permanecido adheridas incluso hasta la época de Newton, a lo espiritual), último sustrato del universo y base explicativa de sus transformaciones.

El antiaristotelismo de Sebastián Basson

La historia del atomismo presenta interesantes características, una de ellas es sin duda la propuesta antiaristotélica que encierra. En los albores del siglo XVII, varios autores detractaron la insuficiencia de las formas sustanciales como explicativas de los cambios en el mundo natural. Éste es uno de los signos inequívocos de la nueva física. René Descartes conoció de los trabajos de Sebastián Basson y le comenta a Mersenne, en octubre de 1629, que no obstante estar de

[14] *Ibid.*, p. 10.
[15] G. Bruno, *De triplici minimo.*

acuerdo en general con los fundamentos de la filosofía de ese autor, difiere en lo que hace a la explicación del éter.[16] De otra manera, acepta que son las partes ínfimas de la materia las responsables de los cambios observables. Sin embargo, es importante precisar hasta dónde llega tal acuerdo.

En su *Filosofía natural contra Aristóteles,* editada en 1621, Sebastián Basson dice en su introducción al lector: "Hay una insensata y falsa presentación de la filosofía prearistotélica y una fortuna inmerecida de Aristóteles por ser el único superviviente de la tradición filosófica antigua en la clausura escolástica. En el ámbito de un rebuscado comentario a las obras del estagirita, se renuncia a la propia libertad para filosofar".[17]

Durante el siglo XVII, poco después de la muerte de Bruno, se registra un rechazo a la filosofía aristotélica de parte de una serie de autores que, en general, no son considerados como ortodoxos. Asistimos, así, al momento más difícil de la definición de posiciones respecto a la concepción del mundo físico y la ontología que pudiera servirle de base.

Según lo refiere Tullio Gregory en su "*Studi sull'atomismo del seicento"*, Marin Mersenne, en *L'impieté des deistes, athés et libertins de ce temps*, obra dirigida contra Charron, Cardano y Bruno, entre otros, busca mostrar la vanidad de sus críticas a la filosofía aristotélica y la superioridad del Estagirita. Dice Mersenne:

> Francisco Patrizi se ha esforzado en desacreditar esta filosofía, pero no ha avanzado más que Basson, Goerle, Bodin, Charpantier, Hill, Oliva y muchos otros que elevan trofeos para el renombre del filósofo, a través de sus plumas, y no pueden hacer el esfuerzo suficientemente elevado para rebatir el vuelo y la gloria al peripatético porque trasciende todo lo que es sensible e imaginable y los otros se arrastran en tierra como gusanitos.[18]

[16] S. Gaukroger, *Descartes, an intellectual biography*, p. 221.
[17] T. Gregory, "Studi sull'atomismo del seicento", en *Giornale Critico della Filosofia Italiana*, p. 45. Traducción mía.
[18] *Ibid.*, p. 94.

El problema tiene muchas aristas. Yo me quiero concentrar en la cuestión relativa a por qué la propuesta aristotélica de las formas sustanciales se ve severamente amenazada por el atomismo en autores que, junto con Bruno, representan la avanzada en la filosofía natural.

En efecto, en opinión de Gregory, el programa de la filosofía natural, en el caso de Sebastián Basson, muestra cómo frente al aristotelismo se ha ido desarrollando una propuesta "contraria al binomio materia-forma, que hunde sus raíces en la antigüedad y cuyo punto de enlace es la concepción corpuscular de la materia que reduce la variedad de los seres y las varias formas del cambio, a las diversas disposiciones de los corpúsculos constitutivos de la materia prima".[19]

La idea general es que nada externo puede imponerse a la materia y que ésta sola basta para dar cuenta de todo cambio y de todo cuerpo.

Aunque Basson no distingue entre corpúsculos y átomos, considera que son primarios en la constitución de los cuerpos; esto es, son indestructibles e indefinidamente diversos, con lo cual pueden generar los cambios que la filosofía aristotélica consideraba sustanciales y explicaba a través de las formas.[20]

Al margen de cualquier otro tipo de implicaciones es claro que, para la filosofía natural, el rechazo de las formas sustanciales supuso un cambio radical en la manera de explicar la constitución de los cuerpos. Al romper con el binomio materia-forma, se independizó a la materia, se le dio el crédito de sustancia (algunas veces completa) como no meramente inerte y receptáculo, sino como portadora de ciertas características y disposiciones. Si esto es así, ¿dónde quedaban las formas del frío, el calor, lo seco o lo húmedo?

Los autores del siglo XVII temprano entendieron que, al hacer depender las características de los cuerpos de sus corpúsculos constitutivos, las formas quedaban eliminadas

[19] *Ibid.*, p. 50.
[20] *Cf. ibid.*, p. 52.

y con ello se ahorraban el problema no resuelto de las sustancias mixtas.

Basson considera que cualquier explicación sobre el cambio y el movimiento de los cuerpos se reduce "a la disposición simétrica de las partes, a su composición armónica".[21]

Basson está en contra del averroísmo (en parte la solución que Descartes adoptará) y contra los conimbricenses, lo cual le lanza al inmanentismo material. Obviamente no todos los autores quisieron comprometerse con semejante doctrina, por lo que algunos consideraron la existencia de causas intermedias en las cosas, aunque la causa última del movimiento fuera realmente Dios, quien no necesitaba actuar de manera inmediatamente presente a la materia. Ésta fue la posición de Descartes. Newton, en cambio, hablará de la necesidad de la presencia inmediata de Dios para la producción de los efectos naturales.

No se trata pues de la mera sustitución de una doctrina explicativa por otra, sino de las consecuencias que ello trajo consigo. Si todo cambio se debe a las características internas de los corpúsculos, una de estas tiene que ver con su dinamismo. Sin embargo, conservadoramente, Descartes siguió pensando en la inercia de la materia y su problema fue explicar todos los cambios materiales comenzando por la cohesión y la densidad sin apelar a las fuerzas internas de los corpúsculos. Por supuesto, Newton se dará cuenta de que en Descartes la noción de movimiento tendencial remite a fuerzas internas, de lo cual concluye que Descartes no fue ajeno a las "fuerzas ocultas".

De este modo, parece que ningún corpuscularismo pudo resultar ajeno a las fuerzas internas de los corpúsculos, abierta o veladamente, directa o indirectamente, pues si los cuerpos no son sino agregados de partes, ¿de dónde les vienen la estructura, el cambio, el movimiento, etcétera, a esos cuerpos?

[21] *Ibid.*, p. 53.

Descartes: ¿por qué corpuscularista y no atomista?

Aunque Basson no hace una distinción tajante entre corpuscularismo y atomismo es claro, por lo que sostiene, que se acerca más al atomismo de los antiguos. Las partes materiales tienen características tales que permiten la explicación de los efectos en los cuerpos incluyendo su fuerza inmanente, sus formas diversas y su capacidad de acomodo.

Descartes, en cambio, en relación con las explicaciones en filosofía natural, tiene al menos dos grandes preocupaciones: la de mantener la concepción de la materia como completamente inerte, base de su perspectiva mecanicista, y la concepción del pleno material; huelga decir que ambas las hereda del aristotelismo. Descartes no entra por el camino directo del atomismo, sino que, atrincherado en el corpuscularismo mecanicista, intenta dar la batalla a las formas sustanciales que es realmente el punto en que coincide con los autores de filosofía natural "no ortodoxos".

Como lo expresa en *El mundo o tratado de la luz*, las formas sustanciales, más generales o particulares, no son explicativas y requieren ellas mismas de explicación.[22] Por otra parte, la materia se reduce a corpúsculos, esto es, extensiones divisibles que, desde la perspectiva física, pueden entenderse como átomos funcionales, ya que las propias leyes del movimiento ponen un límite a su división. Además, los corpúsculos no son el origen de fuerzas inexplicables, sino que reciben y transmiten la fuerza con que Dios dotó al universo desde su creación.[23]

Descartes intentaba así escapar a las "fuerzas ocultas" alejándose del viejo esquema atomista a la par que planteaba el pleno material. En efecto, el atomismo admitió tradicionalmente la existencia de partes materiales y de vacío entre ellas, pero Basson y otros modernos, aunque retoman la vieja idea atomista, consideran que hay entre los átomos

[22] *Cf.* R. Descartes, *El mundo o tratado de la luz*, p. 71, AT XI, 423-424.
[23] *Ibid.*, pp. 57-58, AT XI, 412-413.

una materia muy sutil, no estrictamente un vacío, que permite sus conexiones y movimientos.[24]

Conclusiones

Como se sabe, una de las implicaciones más fuertes de la materia como extensión es sin duda la del plenismo. Para Descartes el mundo está tan lleno como puede estarlo, pero su doctrina de los elementos intenta darnos alguna salida para el movimiento corpuscular. Así, Descartes deposita la explicación de la cohesión y la densidad de los cuerpos en el elemento fuego "*ignis*" con grandes dificultades.[25]

Con todo, a pesar del rechazo al vacío y conservar la idea de que la materia es inerte, Descartes no es realmente un aristotélico pues se muestra contrario a las formas sustanciales, con lo cual es completamente partidario de la unidad material del universo físico y de la ilimitación del universo a través de la consideración de la extensión como el modo esencial de la sustancia corpórea (algo que Bruno sostenía en *De la causa*…).

Es claro que Descartes no comparte con los "heterodoxos", ni el materialismo, ni el animismo, ni el panteísmo. Más bien le une a ellos el deseo de combatir las formas sustanciales aristotélicas y ello no de una manera muy abierta, pues como le dice a Regius, más vale sugerir que las tales formas no sirven para nada que entrar en arduas polémicas.[26]

En suma, el lazo entre Bruno y Descartes no es muy estrecho a primera vista; sin embargo, comparten la actitud antiaristotélica que permitió a la ciencia del siglo XVII discurrir por nuevos cauces.

[24] T. Gregory, "Studi sull'atomismo del seicento", en *op. cit.,* p. 23.
[25] L. Benítez, "La materia en René Descartes", en *Materia*, pp. 26-32.
[26] L. Benítez, "El simular y el disimular en la correspondencia Descartes-Regius", en *Dianoia*, pp. 166-167.

4. ¿Descartes materialista? La controversia Descartes-More sobre el universo indefinido

@

El contexto de la controversia

Adrien Baillet refiere en *La vie de M. Descartes* que: "M. Descartes passa de Leyde à Amsterdam le VI Septembre [1648] [...] Trois jours après il alla se renfermer dans son Egmond en Nord-Hollande, comme un port assuré contre les tempêtes, dont il avoit déjà vû les préludes dans son voyage".[1] Descartes salió de París pues había tomado la decisión de alejarse tanto de las polémicas como de los conflictos político-religiosos; la última polémica con el matemático Roverbal había sido compleja, no obstante que se habían reencontrado en un tono amistoso. De septiembre a noviembre de 1648 Descartes sostiene correspondencia con el Abate Picot, quien se encargaba de sus asuntos en París, y con Elizabeth de Bohemia, pero en diciembre de 1648 Henry More (Henricus Morus Anglus) dirige a Descartes una primera carta que marca los aspectos de la filosofía cartesiana que le parecen difíciles de entender, en el tono de un discípulo que busca una mejor explicación, aunque en las cartas sucesivas va mostrando sus diversos desacuerdos con la filosofía cartesiana.

[1] "Descartes fue de Leyden a Amsterdam el 6 de septiembre de 1648. Tres días después se fue a encerrar en su Egmond en el norte de Holanda como puerto seguro contra las tempestades, de las cuales había visto ya el preludio en su viaje". A. Baillet, "La vie de Monsieur Des-Cartes", en *The Philosophy of Descartes*, p. 351. Todas las traducciones son mías.

Si Descartes se había encerrado en Egmond huyendo de las polémicas y las luchas político-religiosas, no cabe duda de que la polémica lo seguía. Baillet nos amplía el contexto:

> Le jour que M. Chanut donna avis à M. Descartes des résolutions de la Reine de Suéde sur la Philosophie, fut le lendemain d'un nouveau commerce qui se forma entre luy et un savant Anglois nommé le sieur *Henry Moore ou Morus, gentil-homme de naissance, docteur boursier du collège de Chirst dans l'Université de Cambridge. M. Morus commence le commerce par une lettre si flateuse… Mais pour n'en pas demeurer aux simples termes de reconnoissance et de respect, il voulut le proposer avec la confiance d'un disciple nouvellement acquis les difficultés qui lui étoient restées après la lecture de ses ouvrages*.[2]

Baillet considera que More, en 1648, le hacía creer a Descartes que todas sus enseñanzas eran tan conformes a su entendimiento que nada le parecía más natural. Sin embargo, el contenido de las cartas revela muy fuertes oposiciones, pero, sobre todo, muestran que More está muy lejos de ser un verdadero discípulo de Descartes como lo pretendía. Baillet consigna que el Padre Rapin comenta amargamente: "[Henry More] a renversé tous les raisonnements dont M. Descartes se sert pour prouver l'existence de Dieu; qui a détruite la plupart de ses Méditations; qui a attaqué la religion même de nôtre philosophe et qui a déclamé contre sa physique dans le dessein de la faire passer pour libertine".[3] En efecto, nos encontramos históricamente en el marco de una lucha tal que la descalificación es usual y las

[2] "El día en que M. Chanut le hizo conocer a Descartes las resoluciones de la reina de Suecia sobre la filosofía fue al día siguiente de una nueva relación que se formó entre él y un sabio inglés llamado Sir Henry More o Morus, gentilhombre de nacimiento, doctor del Colegio de Cristo en la Universidad de Cambridge. El Sr. Morus comenzó este intercambio con una carta muy halagadora… Pero para no quedarse en los simples términos del reconocimiento y del respeto, quiso proponerle, con la confianza de un discípulo recientemente adquirido, las dificultades que le habían quedado después de la lectura de sus obras". *Ibid.*, pp. 359-360.

[3] "[Henry More] ha trastornado todos los razonamientos de los cuales se sirve el Sr. Descartes para probar la existencia de Dios: ha destruido la mayor parte de sus Meditaciones; ha atacado la religión propia de nuestro filósofo y ha declarado contra su física con el objetivo de hacerlo pasar por libertino". *Ibid.*, p. 363.

acusaciones de ateísmo son frecuentes. Por otra parte, es verdad que las propuestas de Descartes y de More difieren en principios ontológicos, físicos y cosmológicos, y a pesar de ser ambos dualistas, puesto que aceptan la separación de los entes en materiales y espirituales, este aparente acuerdo es relativo en vista de la tradición filosófica de la cual cada uno proviene (la tradición neoplatónica en el caso de More y la tradición aristotélico-tomista en el de Descartes) y de las consecuencias que acarrean los supuestos filosóficos a los que se adhieren.

Finalmente, es muy importante señalar que Descartes y More, por diversos caminos, rompen con sus respectivas tradiciones al orillar el desplazamiento, en el caso de Descartes, de la noción de infinito del ámbito divino al del mundo natural y, en el caso de More, al darle a la noción de extensión, proveniente de la geometría, un amplio uso cosmológico y teológico. Esto sugiere que en el siglo XVII no sólo se "laicizan" algunos conceptos teológicos, sino que, a la par, se "teologizan" algunos conceptos científicos.

La polémica Descartes-More: algunas cuestiones generales

La correspondencia entre Descartes y More tuvo lugar entre 1648 y 1649 y en ella salieron a la luz diversos aspectos fundamentales de las propuestas filosóficas de estos autores. En primer término, la definición cartesiana de materia como extensión, ya que More considera que la definición de cuerpo material debe darse en los términos de la percepción sensible, esto es, como tangible o impenetrable. Por otro lado, rechaza el corpuscularismo pues sostiene un atomismo y con ello rechaza también el plenismo propuesto por Descartes a favor de un vacuismo.

La polémica se profundiza, no sólo versará sobre aspectos generales de la física, sino que pasa a los principios ontológicos. En efecto, More está en contra de un dualismo radical y a favor de un "extensionismo" ya que sostiene que

todo ente (material o espiritual) tiene la propiedad de la extensión. Asimismo, rechaza el principio general matemático de la divisibilidad al infinito, puesto que sostiene que el límite a la división está dado por el átomo.

La controversia se extiende también a la cosmología y la teología. De un lado se presenta el Dios infinito y su creación, el universo ilimitado para Descartes y del otro el Dios extenso, ubicuo y omnipresente y su creación el universo limitado de Henry More.

Es justamente de este último aspecto del que deseo dar cuenta en el presente ensayo de manera central; a saber, concretamente del problema de la infinitud del universo. Para hacerlo seguiré la sugerencia de Edward Grant,[4] quien estudia cuidadosamente el significado de la división entre espacio interno y externo, lo cual nos permitirá entender mejor no sólo la controversia sino los antecedentes que la originan.

Así, pues, Edward Grant nos dice que en los siglos XVI y XVII varios autores "que rechazaron toda clase de espacio externo pudieron fácilmente adaptar sus ideas de sustancia extensa al concepto de espacio interno".[5] Entre estos autores, Grant nombra a Francisco Toledo (1532-1596), Francisco Suárez (1528-1619) y René Descartes (1596-1650).

Descartes habría tomado, como Toledo y Suárez, de Aristóteles, la noción de espacio interno (como las medidas volumétricas de los cuerpos) y la habría incorporado a su idea de sustancia extensa. Pero, en tanto que en Aristóteles la noción de espacio interno es matemática y hace más bien referencia a la cantidad del cuerpo, independientemente de sus otras propiedades, la formulación cartesiana subraya la reducción geométrica del mundo material al considerar que la sustancia de lo corpóreo es su extensión

[4] El espacio o lugar interno y el cuerpo comprehendido en este espacio, no son tampoco diferentes más que para nuestro pensamiento. Porque en efecto, la misma extensión en largo, ancho y profundo que constituye al espacio, constituye al cuerpo. *Cf.* E. Grant, *Much ado about nothing. Theories of space and vacuum from the Middle Ages to the Scientific Revolution.*
[5] *Cf. ibid.*, p. 15.

tridimensional. "L'espace, ou le lieu interieur et le corps qui est compris en cet espace, ne sont différent aussi… que par notre pensée. Car, en effet, la mesme estenduë en longueur, largeur et profondeur qui constituë l'espace, constituë le corps".[6] La identificación total de la materia con el espacio implica, como en Aristóteles, el rechazo del espacio tridimensional vacío, separado de los cuerpos materiales. Así, al proponer la extensión como el modo esencial de la sustancia corpórea, no puede haber espacio vacío, pues si algo tiene extensión entonces es cuerpo y viceversa. De otro modo, para Descartes en el universo todo está tan lleno como puede estarlo y no hay "lugar" para el vacío. Ésta es su versión de la teoría del pleno.

En contra de la propuesta aristotélica, algunos filósofos de la naturaleza en el Renacimiento consideraron que existe un vacío separado de los cuerpos, pero lleno de alguna clase de "materia" sutil. Patrizzi llenó este espacio "vacío" con luz y Giordano Bruno con éter, es decir, no lo concibieron como existiendo realmente al margen de cualquier materia.

De esta forma, podemos decir que la noción de espacio vacío va ganando terreno cuando se le asigna dimensionalidad al espacio, independientemente de las dimensiones de los cuerpos, sería así, un volumen tridimensional carente de resistencia (*antitipia*), es decir, penetrable. Posteriormente, vemos como este espacio se llena de materia sutil capaz de aceptar cuerpos en contra de los argumentos de impenetrabilidad de Aristóteles; más adelante el espacio llegó a ser concebido por algunos autores como dimensión inmaterial y luego como infinito. Estrictamente, Henry More pensará el espacio como extensión espiritual e infinita, pero para comprenderlo debemos regresar a las bases ontológicas de su propuesta.

[6] R. Descartes, "Principes de la philosophie", en *Œuvres de Descartes*, p. 68, AT IX, 70.

El problema del dualismo

Aunque More sostiene una ontología dualista considera que la radical distinción sustancial que plantea Descartes entre *res cogitans* y *res extensa*, las cuales no comparten ninguna propiedad, imposibilita la explicación de la unión y de la interacción alma-cuerpo. More propone entonces suavizar la distinción. Frente al dualismo cartesiano establece el extensionismo. Para él, como para Descartes, existen dos órdenes de realidad: material y espiritual, pero, a diferencia del filósofo de la Turena, sostiene que materia y espíritu tienen como propiedad común la extensión. More argumenta en el sentido de que, todo lo que subsiste *per se* es una sustancia, que toda sustancia tiene entre sus características esenciales la de ser extensa, así si el alma y Dios son sustancias *per se,* luego el alma y Dios poseen extensión y pueden interactuar, el alma con el cuerpo y Dios con el mundo. Naturalmente, Descartes no puede admitir esta idea pues, en su filosofía, por definición, nada espiritual puede ser extenso. Pero, ¿cómo pudo llegar More a concebir lo espiritual extenso? Al paso que la concepción cartesiana de la materia sigue de cerca la tradición aristotélica sobre el espacio interno, como propiedad de los cuerpos, y endurece esa concepción al considerar que la extensión es la propiedad esencial de la materia, excluyendo con ello el vacío, More se acerca más a los filósofos renacentistas de la naturaleza, quienes buscaron separar la extensión o espacio de la materia, de modo que, si todo lo material tiene dimensiones, no todo lo que tiene dimensiones es necesariamente material. More está en el camino de quienes liberan al espacio de la carga material; sin embargo, porque no deja de ser un dualista, considera que el espacio o es material o es espiritual. De esta forma, el espacio donde no hay materia no está vacío sino pleno de espíritu. Aquí cabe destacar el proceso que va de las doctrinas del pleno material al espacio puro, vía su espiritualización.

De otro modo, en tanto que en la tradición, el concepto de espacio resulta ininteligible al margen de lo corpóreo, la modernidad llega a una interesante alternativa: o el espa-

cio se hipostasia con lo corpóreo o el espacio se despega lentamente de lo corpóreo, primero pleno de materia sutil y luego espiritualizándose.

More intenta, mediante su extensionismo, explicar dos problemas. En primer término, piensa que si alma y cuerpo tiene una propiedad común tal como la extensión ello explica fácilmente su interacción. Sin embargo, bien visto, el hecho de dotar de extensión al alma, en nada ayuda a la explicación, pues la extensión del alma es espiritual en tanto que la del cuerpo es material, con lo que el problema del dualismo sigue en pie. La pregunta simplemente se pospone, ¿cómo la extensión espiritual actúa sobre la extensión material y viceversa?

Por otra parte, More considera que su propuesta de la extensión espiritual le permite entender la ubicuidad de Dios en el sentido de que, si Dios es infinito, entonces Dios existe en todas partes. Más aún, si Dios se extiende por todo el universo, como el universo es finito, allende el mundo se encuentra el infinito espíritu de Dios. Lo interesante es haber dado lugar a la idea de algo que se extiende más allá del universo que lleva posteriormente a la noción de espacio vacío independiente de los cuerpos.

More plantea que siendo la extensión de Dios espiritual ello significa que no es ni tangible ni impenetrable, por lo que el espacio vacío de materia, aunque lleno de Dios, es el que aloja a los cuerpos.

En suma, es claro el desacuerdo entre Descartes y More en la perspectiva cosmológica. Descartes, cercano a la tradición aristotélica, rechaza el espacio vacío y considera el universo como un pleno material. More, en cambio, acepta la propuesta del espacio externo separado de los cuerpos, al que hace coincidir con el ser extenso de Dios. Naturalmente, tampoco puede haber un acuerdo en el punto de partida teológico. Concretamente, el problema de la omnipotencia divina es entendido por Descartes y More de manera muy distinta. Para More, Dios es omnipotente sobre todo en el sentido de estar en todas partes y actuar, como causa inmediata en todas ellas, lo cual, según él ve las co-

sas, sólo puede garantizarse con su presencia directa. De esta manera se evitaría postular la acción a distancia de la causa con respecto al efecto.

En el caso de Descartes, en cambio, la interacción entre lo extenso y lo inextenso, por ser sustancias ontológicamente distintas, no obedece al orden de causalidad mecánica, que sí se necesita para explicar la acción entre los cuerpos. Descartes sugiere que no hay necesidad de que las sustancias compartan propiedades para poder interactuar, como lo cree More, y que no todas las causas son mecánicas, pues el alma no influye mecánicamente sobre el cuerpo, ni Dios lo hace así sobre el universo.

El problema del espacio y de la infinitud

Es natural que, si no hay un acuerdo ni en la perspectiva cosmológica, ni en la teológica, tampoco lo haya en el ámbito de la física. En efecto, como vimos, More no acepta el punto de partida de la física cartesiana, esto es, que si la materia es extensión, entonces todo está lleno de materia y, en consecuencia, no hay vacío ni intra, ni extramundano. Para More puede haber vacío de materia pero tal vacío estará ocupado por el ser extenso de Dios. Estamos de lleno en el problema del espacio. La pregunta es ¿puede haber espacio sin materia o el único espacio que hay es el espacio de cada cuerpo? Los defensores del espacio interno como Descartes son defensores del pleno. Todo está tan lleno de materia como puede estarlo y no hay espacios vacíos; More niega este principio de plenitud material; en el mundo puede haber huecos que estarían llenos de la extensión de Dios y, de suponer un lugar fuera del mundo, éste también estará lleno de Dios.

En la carta que More le dirigió a Descartes el 11 de diciembre de 1648 se destacan dos argumentos: uno en contra de la *divisibilidad al infinito* de la materia y el otro en contra de la noción de *indefinido* que Descartes aplica al universo.

En cuanto al primero, More considera que, si la parte es siempre divisible por naturaleza, Dios mismo no puede detener esta división y, en consecuencia, no puede constituir los cuerpos materiales. Así, el proceso infinito de división parece escapar al poder de Dios.

Descartes contesta que no puede darse, al mismo tiempo, algo que sea extenso e indivisible, pues extensión dice divisibilidad. Así, no hay indivisibles por propia naturaleza, esto es, no existen, estrictamente hablando, átomos, pues Dios siempre puede dividirlos, pero también tiene el poder de parar la división, ya que la omnipotencia está en relación con lo posible, no con lo imposible, y es posible para Dios tanto dividir como parar la división de las partes materiales, luego puede constituir las cosas del mundo cuando Él quiera.[7]

Dentro de la misma objeción, More añade que si la materia es divisible al infinito, entonces es infinita. Descartes niega tal posibilidad, pues la ilimitación material no se identifica con la infinitud divina. En el mundo hay procesos, aumentos, divisiones, mediciones, comparaciones, etcétera. Dios no tiene comparación, la infinitud en acto no puede identificarse con la ilimitación en potencia del mundo.[8]

> Ne regardez point comme une modestie affectée, mais comme une sage précaution, á mon avis, lorsque je dis qu'il y a certaines choses plutôt indéfinies qu'infinies. Car il y n'y a que Dieu seul que je concoive positivement infini. Pour le reste, comme l'étendue du monde, le nombre des parties divisibles de la matière, et autres semblables, j'avoue ingénu-

[7] "No vea usted como afectada modestia, sino como sabia precaución, a mi entender, que diga que hay ciertas cosas más bien indefinidas que infinitas. Porque solamente a Dios lo concibo como positivamente infinito. En cuanto al resto, como la extensión del mundo, el número de las partes divisibles de la materia, y otras semejantes, declaro que no sé si son absolutamente infinitas o no, lo que sé es que yo no les conozco ningún fin y bajo esta perspectiva las llamo indefinidas". *Cf.* R. Descartes, "Descartes a Morus. Egmond, 5 février 1649", en *Œuvres de Descartes*, p. 267, AT V, 267.

[8] Neque vero affectatae modestiae est, sed cautela, meo juidicio, necessariae, quod quaedm Dicom esse indefinida potius quam infita. Solus enim Deus est, quem positive intelligo esse infinitum; de reliquis, ut de mundi extensiones, de numero partium in quas materia est divisibilis, & similibus, an sint simpliciter infinita necne, profiteor me nescire; scio tantum me in illis nullum finem agnocere, atque idcirco respectu mei dico esse indefinita. *Ibid.*, p. 274, AT V, 274.

> ment que je ne sais point si elles sont absolument infinies ou non; ce que je sais, c'est que je n'y connais aucune fin, et à cet égard je les appelle indéfinies.[9]

Los argumentos de More y de Descartes, más allá de la controversia personal, revelan el estado de cosas en relación con la noción de espacio en el siglo XVII que podemos resumir de la manera siguiente:

1. De acuerdo con su propuesta de materia como extensión, Descartes se inclinará, generalmente, por la tesis del espacio interno como la magnitud de los cuerpos en largo, ancho y profundidad; en consecuencia, negará que haya extensión separada de los cuerpos.

2. Esta geometrización de la materia, aunada a la noción de espacio interno de los cuerpos, llevan a Descartes a considerar que la materia es siempre divisible por naturaleza, ya que toda extensión lo es, de ahí que rechace el atomismo, esto es, la idea de que existan partes indivisibles por naturaleza. Por el contrario, en su opinión, la materia es en principio divisible *ad infinitum*.

3. Una tercera consecuencia para Descartes es que al no poder separar el espacio de los cuerpos e incluso considerarlo como su esencia, es imposible pensarlo como espacio vacío extramundano y, por ello, la materia progresa hacia el infinito.

4. Por su parte, More insiste en separar las nociones de materia y extensión, con lo cual puede suscribir la tesis del espacio externo, separado de los cuerpos, aun cuando sea como extensión espiritual.

5. Sin el temor a la nada, puesto que el espacio puede, en ocasiones, estar vacío de materia, pero no de espíritu, More puede aceptar tanto la existencia de átomos (que se mueven tradicionalmente en el vacío) o partes de materia indivisas, que implican la finitud y la posibilidad de vacíos tanto intra como extra mundanos.

[9] R. Descartes, *Oeuvres Philosophiques de Descartes*, p. 882.

La infinitud de Dios y del universo

La discusión se centra sobre las cuestiones cosmológicas y teológicas no de manera independiente sino en estrecha relación. En efecto, More argumenta en primer término que si el universo es indefinido *per se*, entonces en realidad es infinito, pero si es indefinido respecto a nosotros, entonces quiere decir que es finito *per se*. En suma, More no acepta términos medios como el de la ilimitación, que propone Descartes; para More o bien, el mundo es infinito o bien, es finito.

Descartes insiste en el argumento epistemológico, aunque ahora con matices ontológicos:

> Mais pour lever tous vos scrupules, lorsque je dis que l'étendue de la matière est indéfinie, je crois que cela suffit pour empêcher qu'on ne s'imagine un lieu au-delà d'elle, où les petites parties de mes tourbillons puissent s'échapper; car quelque part où l'on concoive ce lieu là, il y a selon moi quelque matière, parce qu'en disant qu'elle est étendue d'une manière indéfinie, je dis qu'elle s'étend au-delà de tout ce que nous pouvons concevoir.[10]

El problema del espacio se ilumina de manera importante. En efecto, la concepción de la materia como extensión obliga a Descartes a negar la posibilidad del espacio vacío, pero también a aceptar el pleno material sin límites en sentido fuerte pues, si donde quiera que hay un lugar, hay materia, entonces, hasta donde la imaginación alcanza y más allá, se extiende el pleno material como ilimitado, como partes que se agregan a las partes en sucesión indefinida (como la infinitud potencial y no actual), ya que, por un lado, nuestra capacidad de conocimiento no puede esta-

[10] "Pero para quitar todos sus escrúpulos, cuando digo que la extensión de la materia es indefinida, creo que ello es suficiente para impedir que uno se imagine un lugar más allá de ella, a donde las pequeñas partes de mis torbellinos pudieran escaparse, porque en cualquier parte en la que concibiésemos ese sitio, habría según yo alguna materia, puesto que al decir que es extensa de manera indefinida, digo que se extiende más allá de todo lo que podemos concebir". R. Descartes, *Oeuvres Philosophiques de Descartes*, p. 883.

blecer los límites del mundo y, por otro, sólo en Dios reconocemos positivamente la perfección de la infinitud.

Por su parte, More rechaza la *ilimitación material* que le parece puede equipararse con la *infinitud divina*; por lo tanto, el mundo sólo puede ser finito. Pero, lo más importante respecto al espacio, en tanto éste se extiende infinitamente más allá del mundo, como extensión plena de espíritu, es que puede apelarse a un espacio externo separado de los cuerpos, lo que permitirá dar cuenta con mejores perspectivas de éxito de los problemas del movimiento, los cuales, dicho sea de paso, en el pleno material cartesiano, resultan difíciles de explicar. Con todo, sin dejar de reconocer el esfuerzo que More hace por separar la extensión de la materia, al suscribir la tesis del espacio externo vacío, le queda el problema de explicar el mundo como extensión material finita moviéndose en el seno de la infinita extensión de Dios.

Además, junto a las preocupaciones estrictamente cosmológicas, More le propone a Descartes sus consideraciones en torno a Dios: "Entonces es manifiesto que además de la eternidad infinita, también le corresponde a Dios una sucesión de duración. Y, si admitimos esto, ¿por qué no le atribuimos también una extensión infinita que llena los espacios, al igual que una sucesión infinita de duración?"[11] Para More, el mundo no tiene ni magnitud ni duración infinitas, entre otras razones, porque Dios no lo ha creado desde toda eternidad y porque limitaría su poder el que fuera infinito y Dios no pudiera agregarle nada. Como puede verse, para More, el problema cosmológico está estrechamente vinculado al teológico de la potencia divina. Ello se percibe claramente en su comparación de Dios con la materia. Según More, Dios es extenso, aunque la amplitud divina difiere de la corpórea, porque no es sensible, es increada e independiente, así como también es indivisible, no está formada por una yuxtaposición de partes, en tanto que la materia es sensible, creada y dependiente; la extensión de Dios es penetrable y lo impreg-

[11] R. Descartes, "Morus a Descartes, Cambridge 5 mars 1649", en *Œuvres de Descartes*, p. 306, AT V, 306.

na todo, la de la materia es crasa e impenetrable: "Finalmente, porque aquella [la extensión de Dios], es ubicua por la repetición de su esencia total e íntegra, ésta [la extensión de la materia] ha surgido de la externa e inmediata aplicación y yuxtaposición de las partes".[12] Una de las importantes consecuencias de la tesis de More es haber entendido el espacio como algo que no sólo pertenece a los cuerpos materiales, pues la extensión se puede predicar tanto de lo material como de lo espiritual. Con ello propone una peculiar diferencia entre espacio interno y externo, al atribuirle a la extensión material (como espacio interno) impenetrabilidad y carácter sensible, en tanto que la extensión divina (como espacio externo) sería penetrable y no sensible. De este modo, vincula el espacio interno a la extensión corpórea y el externo a la extensión espiritual de Dios.

Por su parte, Descartes rechaza que Dios sea extenso por dos razones; la primera, de orden ontológico, porque para él existe la sustancia material, cuya propiedad o modo esencial es la extensión, que se concibe como divisible y compuesta de partes, todo lo cual repugna a su idea de Dios. La segunda, más bien teológica, le lleva a decir que: "Je n'admets pas ce **partout**. Car il paraît ici que vous ne faites consister l'infinité de Dieu qu'en ce qu'il existe partout, ce que je ne vous passe point; croyant au contraire que Dieu est partout à raison de sa puissance, et qu'à raison de son essence il n'a absolument aucune relation au lieu".[13]

En una última carta, de agosto de 1649, Descartes dice que el poder de Dios puede manifestarse en cualquier par-

[12] *Ibid.*, p. 308, AT V, 308. More insiste en esta misma carta del 5 de marzo de 1649 en proponer la caracterización de Dios como extensión espiritual. Lo importante en este caso es que, al concepto de extensión, puramente geométrico, se agrega la propiedad de la indivisibilidad (lo que para Descartes es una contradicción), para darle cabida en el ámbito teológico. Y hacer compatible con la noción de Dios y su poder estar en todas partes (su ubicuidad) su acción inmediata sobre el mundo que More considera necesariamente causal y que no podría darse, desde su perspectiva, si Dios no compartiera con el mundo la extensión.

[13] "Yo no admito el 'por doquier' porque tal parece que usted no hace consistir la infinitud de Dios sino en el hecho de que exista en todas partes, lo que yo no acepto, creyendo por el contrario que Dios está en todas partes en razón de su poder y que en razón de su esencia no tiene ninguna relación con el lugar". R. Descartes, "A Morus. Avril 1649", en *Oeuvres Philosophiques de Descartes*, p. 910.

te, pero de ninguna manera como cosa extensa: "J'ai dit que Dieu est étendu en puissance, parce que cette puissance se fait voir ou se peut faire voir dans la chose étendu; et il est certain que l'essence de Dieu doit être présente partout, afin que sa puissance s'y puisse mettre au jour; mais je dis qu'elle n'y est pas a la manière des choses étendues, c'est-à-dire de la manière que j'ai décrit ci-dessus la chose étendu".[14]

De aquí se desprende el problema de cómo actúa Dios sobre el universo. Por lo dicho es claro que, en el caso de More, Dios necesita estar todo Él presente en el lugar donde actúa y, a esa necesidad responde, en parte, su afán de imputarle a Dios como una característica primordial de su ser, la extensión.

En cuanto a Descartes, la omnipotencia divina y, con ella, su capacidad de actuar en cualquier parte, no se vinculan con la necesidad de que esté presente, de manera inmediata en el lugar en el que actúa, sino con el hecho de su perfección, lo que determina que puede actuar en cualquier lugar sin tener que estar presente allí, ni mucho menos participar del ser extenso de los cuerpos materiales.

Últimas palabras sobre la polémica

La polémica no sólo ilumina aspectos importantes de las filosofías de Descartes y More, sino que muestra, a pesar de sus diferencias, intereses comunes plantados en climas intelectuales distintos. Entre estos intereses comunes sobresale la preocupación por el problema del espacio.

Descartes se aferra al espacio interno, herencia aristotélica que, unida a la noción de materia como extensión, le obliga a reconocer el universo como ilimitado, infinito po-

[14] "He dicho que Dios es extenso en poder, porque este poder se hace ver o se puede hacer ver en la cosa extensa y es cierto que la esencia de Dios debe estar presente en todas partes a fin de que su poder pueda actualizarse, pero he dicho que no es a la manera de las cosas extensas, es decir a la manera que he descrito más arriba la cosa extensa". R. Descartes, "A Morus. Avril 1649", en *op. cit.*, p. 932.

tencial, en vista de que no le conocemos límites al mundo (argumento epistemológico) o incluso ilimitado *per se* (argumento ontológico).

El planteamiento de Descartes, ya sea entendido como geometrización del espacio en general o como la reducción de los cuerpos físicos a sus medidas volumétricas, tuvo, entre otras consecuencias interesantes, la de abrir el universo a su infinitización y, con ello, la doble consecuencia de "laicizar" el concepto de infinitud, al hablar del universo como indefinido o ilimitado y, a la vez, la de "divinizar", según More, la noción de espacio-materia al concebirla como ilimitada.

Por eso More acusa a Descartes de materialista pues no concibe un término medio entre finito e infinito. Si el mundo es ilimitado, ésa es otra manera de decir, en su opinión, que es infinito y por ende se plantea como un ser alterno a Dios.

En cuanto a las propuestas de More sobre el espacio, en total desacuerdo con el aristotelismo, sostiene que el espacio separado de los cuerpos no es una noción contradictoria y es posible concebir la extensión desvinculada de la materia. Además, considera que, si la noción de espacio vacío no es aceptable, entonces hay que considerar que cualquier espacio intra o extra mundano donde no hay materia, está pleno de Dios. Los argumentos cartesianos van naturalmente en contra de la divinización del concepto de extensión de la primera a la última carta. Así, en febrero de 1649, Descartes recrimina en tono amistoso a More: "Mais je suis surpris qu'avec toute votre pénétration, et voyant d'ailleurs que vous ne sauriez nier que tout espace ne soit remplie de quelque substance, puisqu'il a réellement toutes les propriétés de l'étendue, vous aimez mieux dire que l'étendu divine remplit l'espace où il n'y a nul corps, que d'avouer qu'il ne peut avoir absolument d'espace sans corps".[15]

[15] "Pero estoy sorprendido de que con toda vuestra penetración y viendo por otra parte que no podría usted negar que todo espacio no esté lleno de alguna sustancia, puesto que tiene todas las propiedades de la extensión, prefiera usted decir

El tono, sin embargo, se hace más duro en la última respuesta, donde Descartes se muestra abiertamente en contra de algunas propuestas neoplatónicas que More sostiene. Explica que el movimiento o fuerza no es sino un **modo** en las cosas creadas, pero no en Dios: "Et cette force dans la substance créée est son mode, mais elle n'est pas un mode an Dieu; ce qui étant un peu au dessus de la portée du commun des esprits, je n'ai pas voulu traiter cette question dans mes écrits, pour ne pas sembler favoriser le sentiment de ceux qui considèrent Dieu comme l'âme du monde unie a la matière".[16]

Finalmente, la molestia con que Descartes cierra este intercambio epistolar habla por sí sola:

> A l'égard de ce que vous ajoutez que le corps vous semble jouir d'une vie, mais stupide et pleine d'ivresse… rien ne nous éloigne plus du chemin de la vérité que d'établir certaines choses, comme véritables, qu'aucune raison positive, mais notre volonté seule, nous persuade. Nous faisons erreur lorsque nous avons inventé ou imaginé quelque chose, et qu'après cela nos fictions nous plaisent, comme vous faites à l'égard de ces anges corporels, de cette ombre de l'essence divine et autres choses semblables que personne ne doit admettre, perce que c'est le vrai moyen de se fermer tout chemin à la vérité.[17]

mejor que la extensión divina llena el espacio donde no hay ningún cuerpo, que admitir que no puede haber absolutamente espacio sin cuerpos". R. Descartes, "A Morus. Février 1649", en *Oeuvres Philosophiques de Descartes*, p. 879.

[16] "Y esta fuerza en la sustancia creada es su modo, pero no es un modo en Dios, lo cual estando por encima de la capacidad del común de los espíritus, no he querido tratar esta cuestión en mis escritos, por no parecer que favorezco las ideas de aquellos que consideran a Dios como el alma del mundo unida a la materia". R. Descartes, "A Morus. Aout 1649", en *Oeuvres Philosophiques de Descartes*, p. 933.

[17] "Con relación a lo que usted agrega, que el cuerpo le parece que goza de vida pero estúpida y plena de ebriedad… nada nos aleja más del camino de la verdad que establecer ciertas cosas como verdaderas, de las cuales ninguna razón positiva sino únicamente nuestra voluntad nos persuade. Cometemos error cuando hemos inventado o imaginado alguna cosa y luego de ello nuestra ficción nos place, como hace usted respecto a esos ángeles corpóreos, o esta sombra de la esencia divina y algunas otras cosas semejantes que nadie debe admitir porque es el verdadero medio para cerrarse el camino a la verdad". R. Descartes, "A Morus. Aout 1649", en *Oeuvres Philosophiques de Descartes*, pp. 934-935.

No obstante, más allá de la polémica, la idea del espacio separado de la materia de More, incluso con algunas de las implicaciones neoplatónicas, constituyó un antecedente importante para la concepción del espacio absoluto de la física posterior.

5. La materia en Robert Boyle y la nueva metodología

@

Introducción

Robert Boyle (1627-1691) es consignado en la historia de la ciencia como el físico-químico irlandés que enuncia, antes que Mariotte (1662), la ley de compresión de los gases y que en su famosa obra *The Sceptical Chymist* rechaza la teoría aristotélica de los elementos, proponiendo la concepción moderna de elemento químico.[1] Sin embargo, para una compresión cabal de lo dicho, que en el fondo representa una transformación teórica desde muchos puntos de vista, es necesario comprender algunos aspectos básicos de la epistemología que Boyle adoptó, tanto para fundar en ella una metodología capaz de explicar los fenómenos naturales, así como ahondar en su concepción de las teorías corpuscular y mecanicista, todo lo cual constituye la columna vertebral de este trabajo.

Boyle nació en Irlanda el 26 de enero de 1627, gozó de una buena renta a lo largo de toda su vida, no obstante ocupar el sitio 14 de quince hijos, de un segundo matrimonio de su padre. A la vez tuvo una educación esmerada, pues además de algunos años de educación escolar en Eton, contó con un tutor, quien lo introdujo en la filosofía y en la teología, ampliando además su conocimiento de las lenguas; asimismo, entró en contacto con exploradores y navegantes, según nos revelan biógrafos y comentaristas.[2] Lo más interesante, sin embargo, es que fue autodidacta en

[1] *Larousse, Enciclopedique en couleurs*, París, 1977.
[2] R. Boyle, *Selected Philosophical Papers of Robert Boyle*, p. XII.

filosofía natural y como "tenía intereses teóricos y prácticos cambió la visión de la química como ciencia oculta a un estudio que combinaba teoría bien fundamentada con experimentación y observación cuidadosas".[3] En efecto, Robert Boyle no sólo fue un importante experimentador, sino que nos proporciona los marcos teóricos en los cuales debe asentarse el desarrollo de la filosofía natural y a este respecto uno de los textos más aleccionadores sin duda es *El origen de las cualidades y las formas de acuerdo con la filosofía corpuscular.*[4]

Algunas preocupaciones teóricas de Boyle respecto a la filosofía natural

Boyle pone en perspectiva la teoría corpuscular pues, como menciona, ya tiene varios escritos sobre cualidades particulares de los cuerpos, basado en numerosos experimentos. La preocupación ahora es más bien teórica: ¿en qué consisten las cualidades y las formas? Pero no de acuerdo con viejas teorías, sino ¿cómo entender estos conceptos en la perspectiva del corpuscularismo?

En una actitud que Locke hará suya posteriormente, Boyle busca el *origen* de cualidades y formas y para lograrlo se deslinda críticamente tanto de la tradición escolástica como del atomismo. En cuanto a la primera comenta:

> Y ya que las doctrinas de las formas y las cualidades, y la generación y la corrupción y alteración han sido tratadas por los filósofos escolásticos de un modo tan oscuro, perplejo e insatisfactorio y su discurso sobre estas cuestiones ha consistido mucho más en nociones y sutilezas lógicas y metafísicas que en observaciones físicas y en razonamientos, es muy difícil para cualquier lector de una capacidad ordinaria comprender lo que quieren decir.[5]

[3] *Ibid.*, p. XIII.
[4] R. Boyle, "The origin of Forms and Qualities According to the Corpuscular Philosophy", en *op. cit.*, pp. 1-50.
[5] *Ibid.*, p. 3.

Tampoco el atomismo le convence pues, como veremos en su reconstrucción teórica, no le es posible aceptar ni átomos indivisibles *per se*, ni movimiento intrínseco en los mismos.

Por otra parte, los criterios de su propuesta teórica quedan muy claros: se trata de hacer a un lado las sutilezas metafísicas y lógicas y buscar que los razonamientos de la filosofía natural se funden en la experiencia.

Así, indagará el origen de las cualidades de los cuerpos desde una perspectiva empirista. En efecto, no conocemos de los cuerpos sino la información que la mente recibe a través de los sentidos y ésta se limita a las cualidades de los cuerpos. Tales atributos actúan no sólo sobre nuestros sentidos sino sobre otros cuerpos e incluso sobre sí mismos y son los responsables de los cambios o alteraciones de los cuerpos. De otro modo, las cualidades de los cuerpos son, para Boyle, cualidades activas que actúan sobre nuestro aparato cognitivo produciendo percepción sensorial y sobre otros cuerpos produciendo cambios. Tal acción o actividad de las cualidades corpóreas se conoce únicamente por experiencia.

Boyle asume una importante división que encuentra esbozada en Descartes y que más tarde será retomada por Locke y Berkeley, acerca de las cualidades. Las hay básicas o primarias como el lugar, el tiempo y el movimiento, y las hay segundas como las cualidades sensibles. Explica que: "Descartes, que es el más ingenioso de los filósofos naturales, trató algunas de esas cualidades [se refiere a las primarias, espacio, tiempo y movimiento] pero soslayó las cualidades sensibles y sólo habla de lo que producen en los órganos de los sentidos *y no de los cambios que se producen en los propios objetos*".[6]

Efectivamente, una novedad que introduce Boyle es considerar que en las cualidades secundarias podemos encontrar actividad o poder causal, algo que se tipificará

[6] *Ibid.*, p. 14.

más adelante. Sin embargo, debe quedar claro que las propiedades de los cuerpos o cualidades para Boyle no son cualidades reales que existan independientemente de los objetos y no son, en última instancia, sino modificaciones de la materia.

El principio explicativo que hay que asumir es que todas las propiedades o cualidades que podemos encontrar en los cuerpos quedan explicados por la teoría corpuscularista y pueden producirse mecánicamente.

En efecto, Boyle acepta que hay una única materia común a todos los cuerpos que, siguiendo al "ingenioso Descartes", es sustancia extensa, divisible e impenetrable. No obstante, siendo esta materia única la diversidad de los cuerpos debe provenir de "algo más que la materia en que consisten" y ello para Boyle es el movimiento con sus diversas tendencias. El asunto es ¿cómo llega el movimiento a la materia, ya que la materia es materia con y sin movimiento? Boyle no duda en volver los ojos a Descartes: "El excelente Descartes, revivió entre nosotros la opinión de que el origen del movimiento en la materia proviene de Dios".[7] Para Boyle, Dios estableció las leyes del movimiento guiando a las partículas para componer el mundo y en especial los cuerpos de las criaturas vivientes que le parecen admirables máquinas.

Siguiendo a Descartes, Boyle establece un estrecho vínculo entre corpuscularismo y mecanicismo, pero lo refuerza al proponer que: "El movimiento local es la principal de las causas segundas y el gran agente de lo que pasa en la naturaleza".[8] Así, aun cuando ha señalado a la magnitud, la figura, el reposo, la ubicación y la textura como las causas primarias de la modificación de la materia, frente al *movimiento* parecen meros efectos o, cuando más, condiciones o requisitos que modifican las operaciones que una parte de la materia ejercen sobre la otra.

[7] *Ibid.*, p. 19.
[8] *Idem.*

De este modo, entiende que los dos principios de los cuerpos son la materia y el movimiento. Si hay movimiento, necesariamente hay fragmentación de la materia y tales fragmentos no pueden carecer ni de magnitud ni de figura. La experiencia de la división o fragmentación de la materia es particularmente importante en las operaciones químicas donde la materia puede dividirse en partes sumamente pequeñas, partículas no sensibles o mínimos fragmentos*,* los cuales no pueden carecer de magnitud y figura. En suma, cualquier parte o fragmento de la materia cuenta con tres propiedades esenciales: magnitud, figura y movimiento o reposo. Pero hay que advertir que magnitud y figura son, en cierta forma, accidentales ya que pueden alterarse en un cuerpo, sin embargo, tomadas en conjunto las tres propiedades son esenciales pues permiten entender al todo de la materia como indestructible. Por esta razón, Boyle prefiere llamar a estas cualidades, modos de la materia, ya que no son cualidades reales que existan al margen de ella, sino que son, estrictamente hablando, cualidades relativas que tienen que ver con las operaciones o acciones entre los distintos cuerpos materiales.

Estas cualidades o modos de la materia producen una gran variedad de efectos o cualidades sensibles. "Ni hay pues cualidades como entidades reales con las que esté dotado un cuerpo a más de las dichas; lo que se produce gracias a la química, son diversas cosas con distintas relaciones entre ellas. Así, se pueden simplificar o componer cuerpos y obtener nuevos productos que pueden operar de manera distinta sobre nuestros sentidos o sobre otros cuerpos".[9]

Los múltiples atributos de un cuerpo no proceden únicamente de su tamaño, textura, etcétera, esto es, de sus meras afecciones mecánicas, sino de las acciones u operaciones que, todos los otros cuerpos, ejercen sobre él. De este modo no puede entenderse cabalmente a un cuerpo si se le considera aisladamente, sino que debe ubicársele en el seno del

[9] *Ibid.*, p. 24.

universo donde ejerce su acción y recibe las acciones de los demás cuerpos: "Pues no podemos considerar a cada cuerpo como en sí mismo, una íntegra y distinta porción de materia, sino como parte del universo y, consecuentemente, ubicado entre un gran número y variedad de otros cuerpos sobre los cuales actuará y de los cuales recibirá la acción de muchas maneras".[10]

Las dos caras de las cualidades boyleanas: ontología y epistemología

Como se dijo, las propuestas de Robert Boyle sobre cualidades primarias y secundarias influyeron directamente sobre el empirismo británico, particularmente sobre John Locke. A su vez, Boyle reconoce que Descartes expresa ya una importante inquietud sobre esta cuestión, pero el tratamiento que le da no le parece ni convincente, ni acabado.

Boyle parte de la idea de que los seres humanos somos animales sensibles y racionales. La sensibilidad se manifiesta a través de las diferentes texturas de nuestros sentidos capaces de recibir impresiones diversas de los cuerpos externos. Nuestros sensorios (ojos, nariz, oídos, boca, etcétera) son modificados por la figura, la magnitud, el movimiento, la textura, etcétera, de los cuerpos de muchas maneras y nuestra mente les da nombres a tales modificaciones como colores, sonidos, olores, etcétera. A su vez, cada sentido es afectado de distintos modos, de tal manera que tenemos un nombre como azul, verde, gris, rojo, etcétera, para cada afección en amplios rangos o escalas de color, sonido, olor, etcétera, y es a esta larga lista de afecciones de cada uno de los sentidos a lo que en conjunto denominamos cualidades sensibles.

Es muy importante, sin embargo, notar que tales cualidades no se dan ni al margen de los objetos, ni al margen de nuestro aparato sensorial. Aunque las cualidades se-

[10] *Ibid.*, pp. 26-27.

cundarias no son seres reales que subsistan *per se*, tampoco son meras invenciones subjetivas. En efecto, tales cualidades son expresión de la figura, el movimiento o reposo, la magnitud y la textura de las partes que componen a un cuerpo y de las relaciones que ocurren entre tales cualidades primarias. A la vez, estas expresiones o cualidades secundarias afectan la peculiar textura de cada uno de nuestros sentidos produciendo en nosotros diversas afecciones. Boyle resume: "Hay afecciones primitivas de la materia como extensión y volumen, pero también secundarias que dependen de aquéllas".[11] En suma, obtenemos conocimiento de los cuerpos o bien a través de sus cualidades generales (primarias) como movimiento, reposo, volumen, textura, etcétera, o bien a través de las operaciones de los cuerpos que se manifiestan en cualidades sensibles o secundarias como color, olor, sabor, etcétera.

Tales cualidades segundas o sensibles, como dependen ontológicamente de los cuerpos, esto es, de la disposición, tamaño, figura, movimiento o reposo de sus partes constituyentes, se dan aun cuando no exista un sujeto receptor de las mismas. Por esta razón, las cualidades sensibles, *per se*, no son agentes primarios pues cuando un cuerpo actúa sobre otro, todo lo que realmente hay no es sino un movimiento local de sus partes, el cual se traduce en el consecuente cambio de textura u ordenación de las partes producida por ese movimiento que es lo que nuestros sentidos perciben.

Boyle resume su posición ontológico-epistemológica acerca de las cualidades de la siguiente manera:

> No podemos concebir los cuerpos en el universo como aislados sino actuando unos sobre otros con movimiento local y tal movimiento de un cuerpo lo que hace es poner las partes de otro cuerpo en movimiento también y producir, por ello, en su partes, un cambio de situación y textura, cambios que, percibidos por la sensibilidad animal de nuestros cuerpos, puestos entre los demás, nos permiten detectar muchos

[11] *Ibid.*, p. 32.

> fenómenos sensibles que, aunque percibimos como muy distintas cualidades, no son sino los efectos de las afecciones universales de la materia deducibles de su tamaño, forma, movimiento o reposo, posición, orden y la resultante textura de las partes no sensibles de los cuerpos.[12]

Frente a las más conspicuas tradiciones ontológicas, Boyle asume una interesante posición intermedia. Las cualidades segundas no son meros accidentes si por ello se entiende meros efectos pasivos, pero tampoco puede decirse que la materia actúa o se expresa sólo en virtud de sus accidentes. Así, dice: "pienso que es mejor concebir que ni la materia, ni los accidentes por separado sino que ambos conjuntamente deben actuar, lo que vemos que hacen los cuerpos unos sobre otros de acuerdo con la doctrina de las cualidades expuesta".[13]

De la inexistencia de las formas y la explicación del cambio según Boyle

Aunque ya autores como Descartes habían denunciado la inutilidad de las formas sustanciales de la tradición aristotélico-escolástica, como ficticias y que desencaminaban el desarrollo intelectual de la juventud, Robert Boyle explica detalladamente por qué, lejos de ayudar al desarrollo del conocimiento, son fuente de errores. En su opinión, las formas no son sino simples agregados convencionales y accidentes, con los cuales clasificamos las cosas como pertenecientes a un género más amplio o a una especie más particular. Así, tales recortes se establecen convencionalmente para movernos con facilidad en el mundo de los múltiples cuerpos. Los creyentes en las formas, sin embargo, como algunos alquimistas, creen que pueden transmutar cualquier metal en oro, pues bastaría con transmitir a cualquier metal las cualidades del oro para que adquiriera

[12] *Ibid.*, pp. 36-37.
[13] *Ibid.*, p. 37.

tal forma sustancial, algo que a Boyle le parece imposible pues: “No hay tal forma del cuerpo constituida por las cualidades unidas en un sujeto, sino que lo que hay, son las afecciones mecánicas de la materia que constituye a los cuerpos de ésta o aquella clase determinada. La forma no es una sustancia real distinta de la materia sino la propia materia del cuerpo natural considerada en su propia forma de existir que puede ser llamada su estado específico o modificación esencial o su sello”.[14]

La forma sustancial realmente no existe, sino que se trata de un nombre con el que abarcamos una serie de características con las que hacemos distinciones más generales o más finas entre las cosas.

Una vez rechazado el hilemorfismo, Boyle procede con su versión del cambio que apoya, en primera instancia, en el corpuscularismo.

En su versión, existen innumerables partículas no sensibles pero íntegras, esto es divisibles en principio, pero no divididas, con figura a las cuales denomina *minima o prima naturalia* (naturalezas mínimas o primeras).

Las naturalezas primeras, en grandes cantidades, por choque, constituyen corpúsculos que a los sentidos aparecen como unidades mínimas indivisibles. Me parece que en este caso Boyle tiene una intuición bastante cercana a un sistema macromolecular, cuando refiere que “cada una de estas primitivas concreciones o conjuntos de partículas es una, desde el discernimiento de los sentidos y, aunque no sea absolutamente indivisible por naturaleza, en los *prima naturalia* que lo componen o en otros pequeños fragmentos, rara vez se disuelven o rompen sino que permanecen íntegros en gran variedad de cuerpos sensibles”.[15]

Los conjuntos primarios de corpúsculos son corpúsculos compuestos por yuxtaposición y cohesión. Ello resulta siempre en alteraciones del movimiento, la figura y el tamaño de los cuerpos, constituidos por todas las partes des-

[14] *Ibid.*, p. 40.
[15] *Ibid.*, p. 42.

critas. Del mismo modo, la separación o desvinculación de las partes constitutivas, sean corpúsculos compuestos, conjuntos primarios o *minima naturalia*, dará lugar a cambios en los cuerpos.

Desde luego que la agregación o separación de las partes materiales está directamente relacionada con el movimiento de modo que al corpuscularismo se asocia el mecanicismo, como lo había hecho Descartes, para dar lugar a la explicación del cambio, pero no sólo al cambio de lugar, que es la limitación que Boyle encuentra en el cartesianismo, sino a la aparición de nuevas cualidades y a la alteración de lo que Boyle llama la textura de los cuerpos.

> El movimiento produce siempre cambios aun cuando no siempre alteraciones visibles. Lo que sucede siempre, sin embargo, es que las partes que se mueven tienden a comunicar su movimiento, o algún grado de éste, ya sea a las partes en reposo o que se mueven de otro modo. Y muchas veces las partes que se mueven producen la desunión o rompimiento de algunos de los corpúsculos que golpean y cambian su tamaño o figura o ambas, o sacan algunos del cuerpo o toman su lugar de modo que la textura se altera.[16]

Es importante notar que, entre las causas segundas como el tamaño y la figura, el movimiento es para Boyle el "gran agente eficiente", así se confirma que todas las causas segundas son agentes, esto es, producen efectos derivados como el color, olor, etcétera, es decir, las cualidades secundarias.

No obstante, junto al movimiento, otra importante causa segunda es la textura que resulta del modo en que las pequeñas partes de la materia de cualquier cuerpo están dispuestas. La textura no sólo explica gran cantidad de nuestras sensaciones, sino que junto con el movimiento nos permite dar cuenta de los cambios en los cuerpos materiales. Así, la generación o producción de una piedra o un metal no proviene de una previa nada sustancial sino de

[16] *Idem.*

partes materiales realmente preexistentes y que se disponen en una forma diferente. Como Boyle lo expresa: "en realidad no se produce una nueva sustancia, sino que lo que preexistía obtiene una nueva modificación o manera de existencia".[17] Boyle acude a dos ejemplos diferentes para explicar la generación de los cuerpos. Uno meramente mecánico como tener en distintos contenedores las partes de un reloj y decidir combinarlas, de la manera adecuada, siguiendo las reglas del arte de la relojería para producir una máquina precisa. El otro ejemplo, de carácter químico, nos habla de la producción del vidrio cuando se *liquifican* la arena y el carbón. En ambos casos está presente la idea de un cambio como movimiento de las partes y modificación de su disposición o textura.

La idea de cambio no sólo es rectora como en todas las propuestas mecanicistas, sino que adquiere en Boyle un significado muy preciso y particular ya que, desde su perspectiva, no puede hablarse ni de corrupción ni de aniquilación en vista de que, la corrupción de un cuerpo o sustancia no es más que un cambio de sus cualidades. Aún más, "ningún agente natural es capaz de aniquilar la materia".[18]

Ahora podemos entender claramente por qué el cambio no representa sino un cambio de textura en los cuerpos o sustancias en que se da, pues "los mismos agentes que destruyen la textura de un cuerpo pueden juntarlas [a sus partes componentes] y disponerlas de una nueva manera y llevarlas a constituir una nueva clase de cuerpo".[19] Desde luego, Boyle propone una gradación en los cambios. Las meras mutaciones se presentan cuando se da la pérdida de cualidades no esenciales y las llamadas generación y corrupción constituyen la pérdida de cualidades esenciales; sin embargo, todas esas pérdidas de propiedades esenciales o accidentales no son sino diversos tipos o clases de alteración que se manifiestan justamente en los cambios de textura.

[17] *Ibid.*, p. 45.
[18] *Idem.*
[19] *Ibid.*, p. 46.

Mecanicismo y corpuscularismo

Boyle concibe al universo como una máquina en la cual la mayor parte de los cuerpos componentes está en movimiento. Cercano a Descartes y, sin duda, efecto del corpuscularismo que les es común, Boyle considera que no hay vacío entre los cuerpos o partes componentes. Los cuerpos compuestos por el choque y agregación de las partículas muestran diversas cualidades sensibles, esto es, poseen una textura peculiar. Hay una inmensa variedad de maneras en que las partes mínimas se asocian, por lo cual las partes componentes de los cuerpos tienen gran cantidad de cualidades que difieren entre sí; sin embargo, no hay que perder de vista que todos los cuerpos están constituidos por una misma materia común y difieren sólo por sus accidentes que, en realidad, no son sino efectos o consecuencias del movimiento local. Así: "La materia en todos los cuerpos naturales es la misma, *i. e.*, una sustancia extensa e impenetrable".[20] La diversificación de la materia se debe al movimiento que es su primera afección o modo. El movimiento determina la división de la materia en fragmentos o partes desde las más grandes y sensibles hasta las más diminutas y no sensibles. Todas las divisiones son naturales, las que se llevan a cabo en la naturaleza y las del laboratorio pues todas se realizan con la misma regularidad. En cuanto a las partes, desde los cuerpos mayores hasta las *minima naturalia*, cuentan con los tres modos primarios o afecciones de la materia, a saber: tamaño, figura y movimiento o reposo.

Aunque Boyle hace explícito que hablar de *minima naturalia* sólo hace referencia a que tales partículas no pueden seguirse dividiendo de facto por medios naturales, ello no implica que no tengan la tendencia a seguir dividiéndose o que Dios no pueda dividirlos. Esta misma apreciación que proviene de Descartes será propuesta por Newton en el De ære et æthere, dándole a estos autores una peculiar posición intermedia entre el corpuscularismo y el atomis-

[20] *Ibid.*, p. 50.

mo, ya que los corpúsculos de que nos hablan, en principio divisibles al infinito, encuentran un límite a la división por las mismas leyes del movimiento y el choque, de donde surge un límite de hecho a la división, con lo cual admiten cierta clase de partes no divididas, básicas, *minima naturalia* o átomos, digamos "funcionales".

De la conjunción de los modos primarios, tamaño, figura y movimiento, surge cierta disposición, posición u orden de las partes componentes de los cuerpos que es lo que Boyle llama textura. En conjunto, tales afecciones son consideradas por Boyle como cualidades primarias ya que: "Tales son las afecciones que pertenecen a un cuerpo considerado en sí mismo sin relación con seres sensibles [que los perciban] o con otros cuerpos naturales [que los alteren]".[21]

En cuanto a las cualidades secundarias, Boyle encuentra que los seres humanos estamos dotados con distintos sentidos que nos permiten percibir distintas impresiones de los cuerpos como el color, olor, sabor, sonido, etcétera, y creemos que proceden de algunas cualidades "peculiares" de los objetos externos, pero ello es un error, en vista de que todas las cualidades sensibles percibidas o no, no son sino efectos o consecuencias de las afecciones primarias. Con ello, Boyle dejó bien asentada para el empirismo lockeano y su importante desarrollo epistemológico la clara división entre cualidades primarias y secundarias.

La ciencia experimental de Boyle

Boyle considera que la divinidad ha introducido pautas de comportamiento regular en el universo (leyes del movimiento); sin embargo, no hay ninguna manera de conocerlas que no sea a través de la experiencia. Eso determina que nuestro conocimiento del mundo sea probable y contingente debido a las limitaciones tanto de percepción sensible como intelectuales del ser humano.

[21] *Ibid.*, p. 51.

Así, no sólo resulta imposible conocer los motivos de Dios, como Descartes lo confiesa, sino la forma en que ha constituido las cosas y las reglas o leyes de su actividad que sólo conocemos por su comportamiento perceptible.

De hecho, cabría preguntarle a Boyle:

1. ¿Cómo sabemos que hay *minima naturalia*? Esto es, partículas mínimas que no percibimos.

2. ¿Cómo sabemos que los mínimos perceptibles (macromoléculas) están realmente constituidos por *minima naturalia*?

3. ¿Cómo podemos captar los cambios graduales?

Boyle tendría que admitir entonces que el corpuscularismo y el mecanicismo, particularmente en el nivel micro, son teorías hipotéticas, por lo cual el fundamento de la ciencia que propone no es únicamente senso-perceptual sino también racional. De hecho, el principio explicativo que hay que asumir es que todas las propiedades o cualidades que podemos encontrar en los cuerpos quedan explicados por la teoría corpuscularista y se producen mecánicamente. Y como es un hecho que Boyle no da cabida a las sutilezas metafísicas, se queda con una ciencia experimental que desde luego está sustentada en ciertas hipótesis teóricas (corpuscularismo y mecanicismo), mismas que reformula al ahondar en la estructura del mundo natural.

Como se ha mencionado, Boyle considera que en el mundo se conservan las cualidades primarias (forma, tamaño, movimiento y textura) de la materia dividida en corpúsculos con movimientos ordenados, no obstante, caben siempre innumerables variaciones ya que no se conservan los mismos cuerpos que varían constantemente. Esto es fundamental para la química donde Boyle concibe que las sustancias se transforman constantemente de manera natural ya en la naturaleza misma ya en el laboratorio. La palabra clave aquí es la de "transformación natural", con ello Boyle quiere decir que nada es propiamente azaroso, sino que sucede siguiendo un orden o regulación que nosotros debemos encontrar y reconstruir (investigar y comprender).

Así se mitiga un hipercontingentismo. En las transformaciones u operaciones de laboratorio hay que seguir pasos muy precisos si queremos modificar la estructura de las sustancias, dando paso, en el fondo, a nuevas combinaciones de corpúsculos o *minima naturalia,* o de conjuntos de corpúsculos (digamos macromoléculas) que percibimos como cuerpos unitarios.

Es verdad que el universo nos reserva muchos fenómenos sorprendentes, nuevos descubrimientos, muchas posibilidades de combinar y mezclar sustancias, pero por muchas combinaciones de las propiedades primarias o secundarias de los cuerpos en el fondo todo se reduce a los corpúsculos y sus movimientos y el ámbito de las explicaciones está en función de las modificaciones de los mismos.

Boyle encuentra un registro de modificaciones que va de modificaciones leves, hasta alteraciones mayores que implican la descomposición de un cuerpo pero, jamás a su aniquilación, pues la materia básica corpuscular jamás se destruye, "ningún agente natural es capaz de aniquilar la materia"[22] como tampoco se puede admitir que una nueva sustancia provenga de la nada sino que surge siempre de la modificación de elementos preexistentes. "[...] los mismos agentes que destruyen la textura de un cuerpo pueden juntarlas [a sus partes componentes] y disponerlas de una nueva manera y llevarlas a constituir una nueva clase de cuerpo".[23] Así, Boyle propone una gradación en los cambios. Las meras mutaciones se presentan cuando se da la pérdida de cualidades no esenciales, y las llamadas generación y corrupción constituyen la pérdida de cualidades esenciales; sin embargo, todas esas pérdidas de propiedades esenciales o accidentales no son sino diversos tipos o clases de alteración que se manifiestan justamente en los cambios de textura.

> El movimiento produce siempre cambios aun cuando no siempre alteraciones visibles. Lo que sucede siempre, sin

[22] *Ibid.*, p. 45.
[23] *Ibid.*, p. 46.

> embargo, es que las partes que se mueven tienden a comunicar su movimiento, o algún grado de este, ya sea a las partes en reposo o que se mueven de otro modo. Y muchas veces las partes que se mueven producen la desunión o rompimiento de algunos de los corpúsculos que golpean y cambian su tamaño o figura o ambas, o sacan algunos del cuerpo o toman su lugar de modo que la textura se altera.[24]

Boyle enriquece la teoría corpuscular con las especificaciones acerca de la noción de cualidad, así como con las propuestas los *minima naturalia,* los mínimos observables y la textura. Todas estas nociones no sólo tienen un peso específico en la teoría boyleana sino que contribuyeron al avance de la nueva ciencia química.

Para Boyle no hay cualidades extraordinarias, mágicas o milagrosas que puedan alterar el orden natural. En ese sentido afirma que todo comportamiento de los cuerpos o corpúsculos es natural aun cuando se lleve a cabo en un laboratorio puesto que todo cambio o alteración sólo obedece los principios del corpuscularismo y el mecanicismo y ellos bastan para garantizar el comportamiento ordenado de los fenómenos. Lo que se traduce en una propuesta conservadora de la necesidad de las leyes del movimiento. En cuanto al cambio y alteración de los cuerpos, los efectos parecen ser innumerables por lo que la observación de los fenómenos concretos se hace indispensable para establecer generalidades susceptibles de repetición. Es así como el comportamiento del mundo natural contiene aspectos necesarios si nos remitimos a las causas y contingentes si nos remitimos a los efectos.

En cuanto a los mínimos observables constituyen un puente teórico entre la parte observable del mundo natural (cuerpos macro) y la parte inobservable (corpúsculos mínimos) o bien ontológicamente un puente físico entre el mundo macro y el mundo micro.

Este intento de hacer plausible y consistente la teoría en un registro gradual le otorga a la teoría no sólo su ca-

[24] *Ibid.*, p. 42.

rácter de racionalidad, sino que le permite al autor el anclarla empíricamente, ya que las macromoléculas de la propuesta boyleana, aunque mínimas, son observables y ello le permite extender hacia lo no observable tanto como a los cuerpos perceptibles un argumento de continuidad del comportamiento regular de los cuerpos, todos movidos mecánicamente.

Así, aunque Boyle parte de una hipótesis especulativa (el corpuscularismo-mecanicista) no necesita recurrir a la mera inferencia sin fundamento de que, así como se comportan los cuerpos en el mundo macro así deben comportarse los cuerpos en el mundo micro, sino que los mínimos observables le permiten establecer el comportamiento homogéneo de la naturaleza en forma gradual. "[…] cada una de estas primitivas concreciones o conjuntos de partículas es una, desde el discernimiento de los sentidos y, aunque no sea absolutamente indivisible por naturaleza, en los *prima naturalia* que lo componen o en otros pequeños fragmentos, rara vez se disuelven o rompen sino que permanecen íntegros en gran variedad de cuerpos sensibles".[25]

La hipótesis se transforma así de una propuesta meramente especulativa en algo comprobable en el mundo macro y en el de los mínimos observables y la inferencia hacia el comportamiento del mundo micro se refuerza con el supuesto de la gradualidad. En suma, la teoría ha ganado una mayor base empírica apostando por un instrumentalismo que le permite dar explicaciones razonables acerca de la mayor cantidad de fenómenos observables y dando el peso más importante a la experiencia.

Conclusiones

La propuesta boyleana sobre cualidades primarias y secundarias es muy sugerente desde dos perspectivas: la ontológica y la epistemológica. En cuanto a la primera, considera

[25] *Ibid.*, p. 42.

que las cualidades primarias son modos de la materia que, tomados en conjunto, explican su diversidad y cambios. Con todo, parece considerar que hay una relativa diferencia entre propiedades estructurales, como la extensión, el tamaño o la textura, y propiedades operativas, como el movimiento, aun cuando todas en conjunto son causalmente activas, pues hay que tener en cuenta que, en última instancia, todo se reduce a materia y movimiento.

Por lo que hace a las cualidades secundarias: manifestaciones sensibles de las estructurales y de las operativas que pertenecen a los cuerpos, son propiedades efectivas y su acción o actividad se manifiesta en las modificaciones que producen no sólo en la textura de nuestros sentidos sino en la textura de otros cuerpos. Ello es manifiesto, en la medida en que, si son capaces de producir alteraciones en la materia de nuestros sentidos, siendo ellos mismos otros cuerpos, ¿por qué no podrían ejercer esta misma acción en los diversos cuerpos con los que entran en contacto? En suma, la revelación a nivel ontológico es que puede considerarse que las cualidades secundarias también cuentan con la capacidad de modificar la textura de la materia de los cuerpos, esto es, básicamente el ordenamiento de las partes componentes.

Con respecto a la perspectiva epistemológica, es sorprendente que Boyle considere que no sólo las cualidades estructurales y operativas en tanto cualidades primarias son objetivas, sino que las propiedades secundarias como color, olor, sabor, etcétera, también lo son. Así, no se trata de meras cualidades subjetivas, inestables y cambiantes, y por ello desechables, cuando el asunto justamente es penetrar en la naturaleza de estos cambios.

En suma, todas las cualidades o propiedades de la materia se tornan relevantes, simplemente unas dan cuenta de la estructura básica y otras de la estructura más fina y los cambios más sutiles de los cuerpos materiales.

Es por esta razón que la noción de “textura” cobra una enorme importancia puesto que la ordenación o disposición de las partes materiales puede revelársenos de manera

más básica o genérica a través de las propiedades primarias o de modos más complejos y específicos, a través de las secundarias y todo ello da cuenta de un muy importante desarrollo del marco teórico de las ciencias químicas que Robert Boyle introdujo en ese fundamental campo del conocimiento.

6. Descartes y Boyle: el corpuscularismo cartesiano como antecedente de la química moderna

@

Introducción

La teoría corpuscular como Descartes la presenta en *El mundo o tratado de la luz* exhibe dos características fundamentales: propone que el mundo natural es homogéneo, constituido por la misma materia extensa, la cual es en principio divisible al infinito, y también que sus más importantes manifestaciones o expresiones son mecánicas. Así, el corpuscularismo cartesiano es a la vez geométrico y mecánico. Es esta doble cualidad matemática y física de la propuesta de Descartes la que permitió que algunos filósofos naturales encontraran particularmente atractivo el corpuscularismo. En efecto, Robert Boyle explica que gracias al corpuscularismo puede hacerse a un lado la teoría aristotélico-escolástica de las formas sustanciales, así como la falsa idea de las cualidades reales como existentes con independencia de los objetos.

De hecho, Descartes había incursionado en la cuestión de las cualidades de los objetos materiales explicando que había cualidades más básicas como el tamaño, la forma, el acomodo de las partes y el movimiento o reposo de los objetos, así como cualidades sensibles como el color, olor, sabor, etcétera; sin embargo, Boyle encuentra que la propuesta cartesiana no es suficientemente amplia, por lo que intenta mejorar no sólo la división entre cualidades primarias y

secundarias, sino tipificar muy cuidadosamente qué cualidades son meramente “geométricas” y cuáles tienen un mayor o menor carácter “operativo”.

Desde luego mi interés en estos autores va más allá de las meras propuestas ontológicas de base, ya que el asunto se traducirá en problemas concretos tanto para las ciencias físicas como para las químicas. En última instancia sostengo que el corpuscularismo que Boyle retoma de Descartes es la base para la propuesta de la nueva ciencia química que pretende claramente desvincularse de la tradición alquímica y mágica.

Algunas consideraciones sobre el corpuscularismo cartesiano

Como bien sabemos el universo cartesiano se simplifica y homogeneiza frente a la enorme diversidad de sustancias y formas sustanciales de la tradición y la ingente dificultad para atrapar la esencia de cada género de cosas en el mundo natural. Para ello, Descartes propone que la característica esencial de la materia es la extensión tridimensional por lo que todo cuerpo en la naturaleza es básicamente extenso: “Haciendo lo cual sabremos que la naturaleza de la materia, o del cuerpo tomado en general, no consiste en que sea una cosa dura o pesada, o coloreada o que toque a nuestros sentidos de alguna otra manera, sino sólo en que es una sustancia extensa en largo ancho y profundo”.[1] De esa manera lo que se atribuye a un cuerpo presupone la extensión; sin embargo, el problema interesante que ha dado lugar la definición cartesiana de materia como extensión es el de algunas lecturas que, tomadas conjuntamente, revelan las perplejidades que encierra una concepción puramente geométrica del universo.

Por una parte, están quienes insisten en que si la materia es extensión, ello conlleva inevitablemente la divisibili-

[1] R. Descartes, *Principes de la Philosophie*, en *Oeuvres de Descartes*, p. 65.

dad infinita, con lo cual no es posible la constitución de cuerpos en el universo cartesiano.

Por otra están quienes consideran que si la materia es extensión entonces no se distingue del espacio que ocupa, por lo cual no existe el vacío y con ello no sólo se tiene una materia homogénea sino un todo continuo en el cual es imposible distinguir cuerpos.

Considero que ambas versiones alteran la propuesta de Descartes al no tomar en cuenta los diversos planos que implica. En efecto, mi interés fundamental es distinguir entre el plano geométrico-matemático y el plano físico en la filosofía natural cartesiana.[2]

Si bien por definición y desde un punto de vista matemático y meramente abstracto la materia es *en principio* divisible al infinito, de hecho, esto no sucede en vista de que hay un límite físico real a la división que opera a través de las leyes del movimiento, gracias a las cuales se han generado únicamente tres clases de partículas específicas a partir de las cuales se constituyen los tres elementos básicos del universo, idénticos en naturaleza material pero que difieren por el tamaño, la velocidad y el acomodo de sus partes componentes. Surge así la teoría física de los elementos cartesianos que se desarrolla en *El mundo o tratado de la luz* y de la cual quedan algunos vestigios en *Los principios de la filosofía* cuando se refiere a cuerpos sólidos y fluidos. No obstante, es claro que el plano geométrico sigue siendo un plano abstracto como cuando nos sugiere considerar hipotéticamente a la materia como un cuerpo sólido que llena todo el espacio.

En suma, la consideración hipotética del sólido continuo o la división al infinito de la extensión, que suponen la noción geométrica de la materia, no constituyen sino un punto de partida que le permite a Descartes explicar la naturaleza esencial homogénea de la materia, pero requiere de una perspectiva física que le permita hablar de la posibilidad de los cuerpos y de su diversidad: "Descartes parte de este concepto general abstracto de la materia, consistente pero

[2] *Cf.* L. Benítez, *El mundo en René Descartes*, pp. 106-116.

meramente posible, y a base de descripciones limitativas que se encuentran particularmente en su teoría de los elementos va restringiendo esta noción hasta ajustarla a lo que considera que es el mundo físico real".[3]

La teoría de los elementos es la teoría de las formas materiales reales. Ahora bien, los elementos cartesianos no se asemejan a los tradicionales pues no tiene cualidades intrínsecas o "reales" que nos permitan diferenciarlos. Lo verdaderamente interesante para la ciencia nueva es que los elementos se definen a partir de una misma naturaleza material por comparación del tamaño, la figura y la velocidad de sus partes componentes. Siendo las partes materiales semejantes, el origen de su diferencia lo sitúa Descartes en las leyes del movimiento. La relativa diferencia entre las partes materiales que constituyen elementos o cuerpos es, por una parte, *estructural* si nos atenemos a su figura y su tamaño y, por otra, *operativa* si nos atenemos a su velocidad. En todo caso, ambos tipos de diferencias son *cuantificables*.

Ahora bien, la reducción de la diversidad material a tres elementos indica claramente que para Descartes en el mundo sólo hay tres tipos de partes básicas materiales, pero al admitir tales partes "Descartes se compromete con un peculiar 'atomismo', en el que se subraya no tanto la imposibilidad de dividirse de las partículas por propia naturaleza, cuanto la imposibilidad de que las partículas puedan ser divididas por medios naturales".[4] De este modo considero que el corpuscularismo cartesiano se ancla en la teoría física de un atomismo funcional, en vista de que las partes de los cuerpos están limitadas de facto por su tamaño, su figura y su velocidad, con lo cual tiene la posibilidad de explicar el comportamiento de los cuerpos físicos reales más allá de las especulaciones abstractas de la identidad entre materia y extensión.

[3] *Ibid.*, p. 111.
[4] *Ibid.*, p. 112.

De los cuerpos físicos y sus partes componentes

La teoría básica de la concepción física cartesiana es sin duda corpuscularista, ya que, por un lado, los cuerpos no son sino agregados de partes y, por otro, todo cuerpo puede ser dividido en un número indefinido de partes; no obstante, hay que tomar en cuenta que el propio nombre "cuerpo" puede aplicarse a diversas cosas.

En efecto, "cuerpo" puede referirse a:

1) Los elementos:

> "A partir de esto, podré hacerles entender fácilmente por qué no admito ningún otro elemento fuera de los tres que he descrito; porque la diferencia que debe haber entre ellos y los otros *cuerpos* que los filósofos llaman mixtos o mezclados y compuestos, consiste en que la forma de estos cuerpos mezclados, contiene siempre en sí, algunas cualidades que son contrarias".[5]

2) Estados de la materia cuando se refiere a dureza y liquidez:

> "Luego no encuentro ninguna otra diferencia entre los *cuerpos* duros y los *cuerpos* líquidos, salvo que las partes de unos pueden separarse mucho más fácilmente que las de los otros".[6]

3) Los objetos o cuerpos materiales del mundo externo:

> "Pues no hay persona que no sepa que la idea del cosquilleo y de dolor, que se forma en nuestro pensamiento, a causa de los *cuerpos* del exterior que nos tocan, no tienen ninguna semejanza con estos".[7]

En suma, para Descartes, si el componente más importante de la naturaleza corpórea es la extensión en la perspectiva geométrica, en la física los tres elementos se explican

[5] R. Descartes, *El mundo o tratado de la luz*, p. 71, AT XI, 424.
[6] *Ibid.*, p. 59, AT XI, 413.
[7] *Ibid.*, p. 51, AT XI, 407.

como cuerpos simples, esto es, sustancias homogéneas en cuya constitución no intervienen sino partículas elementales (masivas, medias o sutiles). Por otra parte, los estados de los cuerpos materiales se explican como el resultado del comportamiento de sus partículas componentes (ya sea que estén en reposo o en movimiento o bien que tiendan a separarse o por el contrario a permanecer unidas). Finalmente, los diversos cuerpos no son sino conglomerados de partículas con diverso grado de dureza o fluidez, que viajan juntas con la misma velocidad y con el mismo sentido.

Finalmente, los cuerpos no son sino:

1) sustancias materiales extensas tridimensionales (largo, ancho y profundo),

2) constituidas por partes,

3) dotadas de movimiento,

4) de figura,

5) de tamaño,

6) con una particular disposición o acomodo.

En principio, podría pensarse que la diversidad de los cuerpos es ilimitada ya que no sería sino la combinación *ad infinitum* de los tres elementos propuestos, ya que las partes pueden recibir todos los movimientos, todas las figuras, todos los tamaños, etcétera, sin embargo, tal diversidad se ve restringida a las posibilidades de combinación de sólo tres elementos que son los únicos simples constituyentes últimos de todo cuerpo mezclado o puro en la naturaleza.

De las propiedades o cualidades de los cuerpos en Descartes

Descartes desarrolló tres propuestas de clasificación para los cuerpos materiales. En *El mundo o tratado de la luz* habla de tres elementos básicos (luz, aire y tierra) que con una misma naturaleza material se diferencian, como se dijo, por el tamaño, la velocidad y la disposición de sus partes componentes. Esta teoría de los elementos a la que subyacen el corpuscularismo y el mecanicismo es, más

que reemplazada, complementada por la teoría de los grandes cuerpos del universo (soles, planetas y cielos), que apela al criterio óptico de la luminosidad, la opacidad y la transparencia. Finalmente, recurre a la división entre cuerpos sólidos y fluidos, clasificación en la cual recurre a los criterios de cohesión y densidad.

No obstante los diversos criterios, la constante cartesiana son el corpuscularismo y el mecanicismo. En efecto, el aspecto luminoso u opaco no se debe a que los soles y los planetas posean unos la cualidad "luminosa" y otros la "opacidad", sino a las propiedades y comportamiento de sus partes componentes. De esta manera, Descartes deja ver que, por detrás de las apariencias, son el tamaño, la velocidad, la disposición y la figura o forma de los corpúsculos que componen a los cuerpos las verdaderas causas de sus manifestaciones.

Así, Descartes no sólo está en contra de la multiplicidad de las sustancias de la tradición escolástica, sino de las llamadas "cualidades reales" como apariencias sensibles a las cuales se atribuían poderes causales.

En cuanto a las causas, Descartes se ocupó de la causa primera o Dios, como origen tanto de la materia como del movimiento, y después explicó, retomando a autores como Galileo, que las causas segundas, del comportamiento y manifestación de los cuerpos materiales, se hallan en las propiedades de los corpúsculos que los componen. Finalmente consideró que las apariencias sensibles como el color, olor, sabor, etcétera, son la forma en que nuestros sentidos captan y traducen la manifestación de los corpúsculos materiales: "Descartes devalúa las características o cualidades sensibles de los objetos como carentes ontológicamente, en sí mismas menesterosas de vinculación con cualidades más esenciales y, en última instancia, con el sustrato, al que toda propiedad debe remitirse por no ser sino modo y por tanto no ser en sí".[8]

[8] L. Benítez, *op. cit.*, p. 39.

Efectivamente, tanto desde el punto de vista ontológico, como desde el epistemológico, las cualidades sensibles en Descartes no juegan un papel activo ni en la estructura del mundo natural ni en nuestro conocimiento del mismo.

Por esta razón, al paso que el corpuscularismo y el mecanicismo son retomados por diversos filósofos naturales como Robert Boyle, su concepción de las cualidades sensibles variará notablemente en particular en el desarrollo de las ciencias químicas.

De los cuerpos y sus cualidades en Robert Boyle

En la segunda mitad del siglo XVII la física y la química no se habían separado por completo. Pero más que al Boyle experimentalista, yo trataré, por la índole de lo aquí discutido, al Boyle filósofo natural en el más estricto sentido del término. En efecto, en su obra *El origen de las cualidades y las formas de acuerdo con la teoría corpuscular* se propone estudiar cualidades y formas haciendo a un lado la metafísica buscando que los razonamientos de la filosofía natural se funden en la experiencia.

Boyle desarrolla una división de las cualidades de los objetos físicos que encuentra esbozada en Descartes y que más tarde adoptarán los empiristas británicos. Encuentra que hay cualidades básicas o primarias, como el lugar, el movimiento y la textura, y las hay secundarias, como los colores, sabores, olores, etcétera. Al respecto dice: "Descartes, que es el más ingenioso de los filósofos naturales, trató algunas de esas cualidades [se refiere a las primarias: espacio, tiempo y movimiento] pero soslayó las cualidades sensibles y sólo habla de lo que producen en los órganos de los sentidos y no de los cambios que se producen en los propios objetos".[9]

[9] R. Boyle, "The Origin of Forms and Qualities According to the Corpuscular Philosophy", en *Selected Philosophical Papers of Robert Boyle*, p. 14.

A pesar de que Boyle le otorga a las cualidades secundarias cierto poder causal eso no significa que las cualidades sean para él "reales" como lo fueron para la tradición escolástica, en el sentido de existir *per se* como independientes de los objetos, pues como veremos no son otra cosa que modificaciones de la materia.

Boyle considera, siguiendo al "ingenioso Descartes", que hay una única materia común a todos los cuerpos, esto es, la homogeneidad material en tanto sustancia extensa divisible e impenetrable. La diversidad de los cuerpos se atribuye, por supuesto, al movimiento, el cual Dios pone en la materia.[10] El principio explicativo básico de las diferencias entre los cuerpos y sus diversas cualidades es que todo se reduce a corpúsculos cuyos cambios se producen mecánicamente. Así, Dios es la causa primera, pero el movimiento local es la principal causa segunda a la que se agregan la magnitud, la figura, la ubicación y la textura, causas que son llamadas por Boyle modos de la materia. En suma, los principios de los cuerpos son materia y movimiento. Este último explica la fragmentación de la materia, fragmentos que no pueden carecer de magnitud y figura. Los cuerpos como conjuntos de fragmentos poseen magnitud, figura y movimiento. Además, tales cualidades o modos explican las operaciones o acciones entre los distintos cuerpos materiales. Finalmente, tales cualidades o modos de la materia producen una gran variedad de efectos o cualidades sensibles. "Ni hay, pues, cualidades como entidades reales con las que esté dotado un cuerpo a más de las dichas; lo que se produce gracias a la química, son diversas cosas con distintas relaciones entre ellas. Así, se pueden simplificar o componer cuerpos y obtener nuevos productos que pueden operar de manera distinta sobre nuestros sentidos o sobre otros cuerpos".[11]

Surge pues la importante noción de que los cuerpos no son meros conjuntos de cualidades rígidas, sino que sobre la base de estructuras físicas cuantitativamente descritas se

[10] *Cf. ibid.*, p. 19.
[11] *Ibid.*, p. 24.

montan funciones u operaciones mecánicas que todos los cuerpos, en tanto partes menores o mayores, ejercen unos sobre otros produciendo innumerables cambios en sus figuras, tamaños, texturas, etcétera: "Pues no podemos considerar a cada cuerpo como en sí mismo, una íntegra y distinta porción de materia, sino como parte del universo y, consecuentemente, ubicado entre un gran número y variedad de otros cuerpos sobre los cuales actuará y de los cuales recibirá la acción de muchas maneras".[12]

Pero más específicamente aún, cuando unos cuerpos actúan sobre otros lo que hay realmente es un movimiento local de sus partes, el cual se traduce en el consecuente cambio de textura u ordenación o reacomodo de las partes que es lo que nuestros sentidos perciben. Así, cuando un cuerpo actúa sobre otro: "lo que hace es poner las partes de otro cuerpo en movimiento también y producir por ello en sus partes, un cambio de situación y textura, cambios que, percibidos por la sensibilidad... nos permiten detectar muchos fenómenos sensibles que, aunque percibimos como muy distintas cualidades, no son sino los efectos de las afecciones universales de la materia..."[13]

Aunque cercano a Descartes en las bases del corpuscularismo al considerar que existen innumerables partículas, Boyle afina su posición al proponer partículas no sensibles a las que denomina *mínima o prima naturalia*, divisibles en principio, pero no divididas actualmente, las cuales al conjuntarse en grandes cantidades constituyen corpúsculos que a los sentidos aparecen como unidades mínimas indivisibles. Boyle tuvo así una intuición muy cercana a un sistema macromolecular, como se ha expuesto detalladamente en el Capítulo 5. La materia en Robert Boyle y la nueva metodología.

Entre las cualidades primarias o causas segundas que explican para Boyle la diversidad y cambios en los cuerpos sobresale el movimiento, puesto que su corpuscularismo es

[12] *Ibid.*, pp. 26-27.
[13] *Ibid.*, pp. 36-37.

mecanicista y toda producción es, en última instancia, producto del movimiento, sin embargo, no podemos dejar de lado otra importante cualidad primaria en el sistema boyleano: la textura. En efecto, aunque ya se ha mencionado que la textura resulta del modo en que las partes de la materia están dispuestas, lo verdaderamente significativo es que ella explica no sólo gran cantidad de nuestras sensaciones, sino que, conjuntamente con el movimiento, da cuenta de los cambios en los cuerpos materiales. Como la generación de nuevos cuerpos no proviene de la nada sustancial, la explicación reside en partes materiales preexistentes que se disponen en forma diferente. Así los cambios en la materia no representan sino cambios de textura en los cuerpos o sustancias en que se dan.

Conclusiones

Ha sido mi intención en este trabajo mostrar la importante relación entre el corpuscularismo cartesiano y el boyleano, subrayando las aportaciones y precisiones del autor irlandés que condicionaron el desarrollo de la ciencia química. A este respecto pienso que la propuesta boyleana de la división entre cualidades primarias y secundarias es muy sugerente tanto desde la perspectiva ontológica como desde la epistemológica. En cuanto a la primera, afina la noción cartesiana de causas segundas y establece que se trata de modos de la materia que pueden entenderse como sus cualidades primarias y que, tomadas en conjunto, explican la diversidad y cambios en los cuerpos. A la vez, expresa de manera más explícita que Descartes, que existen cualidades más bien estructurales como la dimensión o la figura y otras operativas como el movimiento, y deja en un peculiar lugar intermedio a la textura que aparece como estructural en tanto manifestación del orden y acomodo de las partes de un cuerpo, pero es operativa ya que, como expresión de la materia, es lo que nos permite reconocer los cambio operados en ella al afectar nuestros sentidos y por tanto se

torna clave en la comprensión de las cualidades secundarias como olor, sabor, color, etcétera.

En cuanto a las cualidades secundarias, revela que Descartes no les prestó mayor atención y por su parte hace explícito que, aunque no se trata de ninguna manera de cualidades independientes de la materia, pues son la manifestación de las estructuras y operaciones de los corpúsculos, son verdaderas propiedades y su acción está fuertemente relacionada con los cambios de textura de nuestros sentidos y de los otros cuerpos.

Así, todas las cualidades o propiedades de la materia son relevantes ya que unas dan cuenta de la estructura y operaciones básicas de los corpúsculos y otras de la estructura más fina y los cambios más sutiles de los cuerpos materiales.

Finalmente, Boyle entiende que los cambios materiales no se producen trasponiendo cualidades irreales o formas sustanciales inexistentes, sino a partir de sustancias preexistentes cuyas combinaciones y variaciones exceden nuestras previsiones más inmediatas: "No hay tal forma del cuerpo constituida por las cualidades unidas en un sujeto, sino que lo que hay son las afecciones mecánicas de la materia que constituyen a los cuerpos de esta o aquella clase determinada. *La forma no es una sustancia real*, distinta de la materia, sino la propia materia del cuerpo natural considerada en su propio modo de existir que puede ser llamado su estado específico o modificación esencial o su sello".[14]

[14] *Ibid.*, p. 40.

7. Clarke y la física de Rohault

@

Introducción

Cuando se analizan las nociones de espacio y tiempo en los escritos de Samuel Clarke es indispensable tomar en consideración las notas que, desde la perspectiva newtoniana, le agregó al Sistema de filosofía natural de Jaques Rohault. Tales notas no sólo arrojan luz sobre la controversia newtonianismo *versus* cartesianismo, sino que muestran las motivaciones e intereses de Clarke en relación con el conocimiento de la naturaleza. Sin embargo, mi afán en este trabajo no es meramente descriptivo, sino que intento establecer, al menos en parte, que estas teorías antitéticas no representan únicamente dos versiones contrarias del mundo natural, sino que, como formas explicativas, revelan compromisos epistemológicos y ontológicos diferentes que muestran el paso o cambio de vía de reflexión o estilo de pensamiento.

Consideraciones sobre el Sistema de filosofía natural de Jacques Rohault

> Si algún libro, particularmente hace converger las tensiones que tuvieron los científicos de la ilustración fue seguramente el Sistema de filosofía natural de Jacques Rohault.[1]

Jacques Rohault fue un físico muy conocido e influyente de la escuela cartesiana, quien acostumbraba exponer los te-

[1] J. Rohault, *A System of Natural Philosophy*, p. ix.

mas de la física de Descartes, acompañándolos de experimentos, cada miércoles en su casa, donde reunía a científicos y otras notables personalidades de la sociedad parisina, entre 1660 y 1670.

Es éste un capítulo importante en la historia de la física que, en parte, se refiere a la vigencia del cartesianismo pero, sobre todo, a la introducción del newtonianismo entre 1671 y 1746. Estas fechas señalan la primera edición en francés del *Traité* de Rohault y el momento en que el texto dejó, finalmente, de usarse. Hablar de un sólido cartesianismo que hubiese privado hegemónicamente durante la primera mitad del siglo XVIII puede resultar confuso, si no se matiza el papel que, en este "cartesianismo" ilustrado, jugó el texto de Rohault.

Un dato indicativo de la importancia *in abstracto* del texto es que entre 1687 y 1740 el libro de Rohault alcanzó doce reimpresiones, al paso que en el mismo periodo los *Principia mathematica* (1687) de Newton se reimprimieron sólo cuatro veces.

Desde la fecha en la que su autor lo diera a la estampa (1671), el libro de Rohault ya era esperado en Francia por un público nutrido, el de los "salones", a los que finalmente penetró el cartesianismo, gracias a las dotes didácticas, al amplio conocimiento de la física de su tiempo y a la buena dosis de sentido común de Jacques Rohault. Su fama se extendió rápidamente, primero a Suiza —donde, en 1674, Théophile Bonet lo tradujo al latín— y luego a Inglaterra, tras la introducción de la versión latina en 1682, adoptándose como libro de texto en Cambridge y Oxford en 1692. Esta adopción del cartesianismo tiene que ver con el estado en que se encontraba la ciencia en las universidades inglesas; en efecto, aunque en algunos lugares de Gran Bretaña se conocía bien y se reconocía la superioridad de la física newtoniana, el ambiente general en las universidades era de ortodoxia aristotélica, que se tradujo fácilmente en ortodoxia cartesiana, pues al decir del autor del *Traité*, en su introducción, su filosofía natural, más que contra Aristóteles, estaba en contra del aris-

totelismo posterior y mostraba los puntos de franca coincidencia con el "Príncipe de los filósofos".

Hasta aquí podría hablarse de la difusión del cartesianismo por un hombre que, manteniendo la esencial visión del mundo como extensión geométrica, plena de materia sutil, tenía, no obstante, diferencias con el maestro "Cartes" en cuanto a la concepción de la ciencia y la verdad, como veremos más adelante. Sin embargo, el texto no sólo sirvió para difundir el cartesianismo y mostrar las rupturas con la doctrina aristotélica en varios aspectos, sino que, sorprendentemente y de manera gradual, se convirtió igualmente en uno de los textos más importantes para la difusión del newtonianismo. Así, uno podría estimar que, de 1671 a 1692, lo que se difunde es exclusivamente el cartesianismo de Rohault pero, a partir de esa fecha y hasta 1746, el texto alojará también las ideas newtonianas. Esa curiosa transformación se debió a la inquietud de Samuel Clarke de poner al día el *Traité*, que llevaba más de veinte años publicado. Así se dio no sólo a la tarea de traducir el *Traité* a un mejor latín, sino de recopilar experimentos nuevos y notas aclaratorias en favor de la física newtoniana. De 1697 a 1713 el *Traité* se reeditó cuatro veces y experimentó una importante transformación. En efecto, como dice Larry Laudan: "Al principio las notas sólo eran un suplemento experimental del texto y gradualmente se convirtieron en críticas teóricas al *Traité* desde un punto de vista newtoniano".[2]

El título de la edición inglesa, de 1723, es testigo de esta curiosa transformación: *Rohault System of Natural Philosophy. Illustrated with Dr. Samuel Clarke's Notes, Taken Mostly out of Sir Isaac Newton's Philosophy*. Como Laudan dice: "El sistema de Rohault no es una filosofía natural sino dos: la de Descartes, interpretada por Rohault, y la de Newton, interpretada por Clarke".[3]

[2] *Ibid*., p. x.
[3] *Ibid*., p. xii.

Para resumir esta parte, podemos decir que el *Traité* tuvo una importante influencia *per se* desde su impresión hasta los inicios del siglo XVIII y los últimos vestigios de ella se pueden todavía rastrear hasta 1730. Sin embargo, el texto, como portador de las ideas newtonianas, es objeto de atención desde el inicio del siglo hasta 1746, en que el newtonianismo consolidado encuentra otras vías de difusión más propias y adecuadas.

Samuel Clarke y el paso de los principios de la filosofía a los principios matemáticos de la filosofía natural

Samuel Clarke (1675-1729) se graduó en 1694 en el Caius College de Cambridge, con una tesis en la que defendía la filosofía natural de Newton, en un momento en el que esta universidad era predominantemente cartesiana.

Laudan señala que, a pesar de estar bien dotado para las ciencias naturales y para los clásicos, pues incluso escribió una traducción de la *Ilíada*, su mayor interés estuvo en la teología; con todo: "Clarke no pudo alejarse de la ciencia [...] personificaba esa curiosa amalgama de piedad y curiosidad científica que caracterizó a muchos de sus compatriotas [yo diría especialmente en la Ilustración Inglesa] pero, a diferencia de muchos de ellos, no era un diletante".[4] De hecho, algunos trabajos científicos de Clarke se publicaron en las *Philosophical Transactions* de la Royal Society de Londres.

En su prefacio del traductor al *Traité* de Rohault, Clarke explica que este texto ha sido aceptado y ha sido útil para el mundo; sin embargo, sobre el contenido dice que deja al lector el juicio de valor sobre el mismo. Tal vez sea ésta la manera más elegante de decir que, lo allí expuesto, sólo sirve para refutarlo, pues sobre las notas explica ampliamente que:

[4] *Ibid.*, p. xxiii.

a) En ellas hay una completa respuesta a las objeciones planteadas al autor (Rohault), sobre lo que parecía carecer de una justa fundamentación.[5]

b) Ha agregado algunos aspectos de filosofía natural, introducidos por filósofos posteriores, naturalmente seleccionando a los mejores escritores.

c) Ha tomado en cuenta algunas observaciones de los filósofos antiguos sobre filosofía natural y también consigna algunas cuestiones de historia natural.

En suma, en esta edición, la más interesante del *Traité* por sus características, lo menos importante es que Clarke haya enriquecido, con datos de la antigüedad o de su presente, el texto, al paso que es fundamental su crítica a las tesis cartesianas allí vertidas. Tales críticas aparecen como el propósito más importante de la edición de la traducción del texto y no son nada modestas, en la medida en la que pretenden dar una respuesta completa a las objeciones hechas a Rohault. Ésta es la versión suave de la refutación total del cartesianismo, al sustituir la fundamentación se implica naturalmente el cambio del cuerpo de la teoría. De otra manera, no se trata de agregados ni de enmiendas, se trata de concepciones teóricas contrarias donde sólo cabe sustituir una por otra.

De manera esquemática, lo que hay que cambiar es la postulación del pleno o identidad materia-extensión, que es el fundamento de la ciencia cartesiana, por la propuesta de la existencia del vacío. Newton percibió muy claramente que toda la teoría cartesiana (la mecánica, la óptica, la astronomía, etcétera) se sustentaba en la existencia de un mundo pleno de materia y permeado por una sustancia material etérea; así, bastaría con probar la existencia del vacío para echar por tierra la física de Descartes, sólo que, como dice Laudan, “afirmar la existencia del vacío es una cosa y probarla es otra muy diferente”. Como el pleno se resistiera a desvanecerse, Newton y sus seguidores buscaron lo que, en palabras de Laudan, llegó a ser el “talón de Aquiles”

[5] *Ibid.*, p. 2.

del cartesianismo, a saber, su teoría de los vórtices. En mi estudio introductorio al *Mundo o tratado de la luz* escribí: "Muy sucintamente puede decirse que la teoría de los vórtices es la parte central de la cosmología (especulativa) cartesiana, que nos habla del origen, formación y organización del universo".[6] Y, más adelante:

> En otras palabras, la organización, equilibrio, diversificación del mundo físico, descansa en la teoría de los vórtices pues, una vez que Dios dota de movimiento a la materia (simultáneamente a su creación), el resultado es el cosmos o mundo físico organizado precisamente a partir de los torbellinos que generan, no sólo los diversos cuerpos y los elementos que los constituyen, por acción mecánica, sino el equilibrio entre ellos y, por ende, su ubicación y acción ordenadas. En suma, una vez dotada del movimiento inicial, la materia deviene en cosmos a partir de los remolinos, la teoría resulta enormemente endeble para todo lo que pretende explicar y, por ello, fácilmente criticable.[7]

Según lo consigna Laudan, la demostración de Newton en los libros 2 y 3 de *Principia*, de que los vórtices no existen, no es concluyente. Esto significó para los newtonianos tener que modificar el libro 2 ampliamente, durante la segunda mitad del siglo XVIII, para encontrar la refutación definitiva a los vórtices, que el autor se había propuesto escribir.

Los argumentos con los que Newton rechaza la teoría de los vórtices son dos de orden astronómico, uno sobre la velocidad de los cometas y el otro sobre la velocidad de los cuerpos celestes que buscan mostrar, en general, la inexistencia del segundo elemento etéreo o fluido, como Newton lo llama, en vista de que no observamos un retraso detectable en el movimiento de los cuerpos, como sería de esperarse, si en todo el universo se hallara tal fluido y uno más, de orden teórico-metodológico, a saber, la imposibilidad de que la teoría de los vórtices sea traducida matemáticamente. Ésta es una cuestión capital, pues Newton dice que no es posible cuantificar

[6] R. Descartes, *El mundo o tratado de la luz*, p. 15.
[7] *Ibid.*, p. 22.

la teoría cualitativa de los vórtices de Descartes. Laudan apunta que esta demostración newtoniana "es muy probablemente el factor de la elección del título de su trabajo: *Principios matemáticos de la filosofía natural*, una evidente parodia de *Los principios de la filosofía*".[8]

En lugar del pleno material con sus vórtices, a través de los cuales se explicaba mecánicamente, por choques, el movimiento de los cuerpos, el peso, la luz, etcétera, tendremos un universo de átomos moviéndose a través del vacío, permeado por fuerzas de atracción y repulsión. La "aparatosa máquina del mundo" se desvanece en los vacíos interestelares, donde fuerzas invisibles e intangibles explicarán ahora el mundo ordenado.

Rohault el cartesiano

Según algunos de sus biógrafos, las razones que tuvo Rohault para adherirse al cartesianismo no fueron del todo claras;[9] sin embargo, resultó ser el mejor portavoz de esa doctrina. Ello no significa, empero, que no haya tenido sus propias preocupaciones y preferencias en materia de filosofía natural y de conocimiento en general. Así, en su prefacio al *Traité*, Rohault expresa que el conocimiento científico es progresivo, algo claramente contrario a las verdades eternas que Descartes propone: "Porque, así como un gran número de personas cultivan el mismo arte o ciencia a través de muchas etapas sucesivas, añadiendo su propio ingenio y su propia luz a los descubrimientos antiguos, de quienes vivieron antes que ellos, no es posible sino que tal arte o ciencia reciba gran mejoría y se acerque cada vez más a su más alta perfección".[10]

Si en los últimos siglos ha habido pocas aportaciones al campo de la filosofía natural, no es porque su objeto esté

[8] J. Rohault, *op. cit.*, p. xxvi.
[9] J. Schuster, "Rohault, Jacques", en *Dictionary of Scientific Biography Charles Scribner's Solls*, pp. 506-509.
[10] J. Rohault, *op. cit.*, p. 3.

más allá de las capacidades humanas, sino porque ha habido errores en el modo de filosofar. En primer lugar, la autoridad concedida a los filósofos de la antigüedad, especialmente a Aristóteles, de quien dice: "Haré únicamente esta observación, que la ilusión, que muchos han tenido de que él [Aristóteles] supo todo lo que podía saberse y que toda ciencia está contenida en sus libros, ha sido la causa de que la mayor parte de los mejores filósofos se apliquen a sí mismos en vano a leer sus trabajos para encontrar en ellos lo que no está y que podrían haber encontrado por su propio ingenio".[11]

El segundo error que señala Rohault es el tratamiento, demasiado metafísico, de las cuestiones de la filosofía natural. Por supuesto, al estudiar cosas muy abstractas y generales, se pierden de vista los efectos particulares. La idea no es acabar con las consideraciones generales, sino no dedicarse únicamente a esas cuestiones. Así, por ejemplo, basta con considerar someramente la naturaleza general del movimiento para pasar, después, a examinar, de manera particular y distinta, todas sus propiedades para poder aplicar éstas al mundo concreto. Al igual que Descartes, desea evitar las cualidades ocultas y las respuestas demasiado generales a los distintos efectos de la naturaleza. Este énfasis en los efectos particulares, si bien puede encontrarse en la sexta parte del *Discurso*, no es tan marcado como en Rohault, quien reforzará la tesis con su propuesta experimental. La idea general de Rohault es que debe guardarse un equilibrio entre la argumentación y la experimentación, pues si se prescinde de la primera, nos privamos de la libertad de sacar conclusiones, y si dejamos a un lado la segunda, nos privamos de la posibilidad de realizar nuevos descubrimientos.

De los experimentos señala tres clases, pero los más útiles para la filosofía natural son aquellos que "se hacen en

[11] *Ibid.*, prefacio s./n.

consonancia con algún razonamiento, a fin de descubrir si es justo o no".[12]

Un tercer defecto que Rohault les señala a los filósofos es no tomar en cuenta las matemáticas, sin las cuales no ejercitamos la mente en la demostración, ni la acostumbramos a discernir lo verdadero de lo falso, lo que se consigue mejor por esta vía, que mediante los preceptos de la lógica.

Sin embargo, la ventaja fundamental de la matemática, según Rohault, es que al enseñarnos a ver las figuras nos permite comprender sus diferentes propiedades. Esta perspectiva geométrica se extiende a la ontología del mundo natural (macro y micro de manera unificada), así afirma: "Y si las figuras de los cuerpos que percibimos con nuestros sentidos son tan necesarias para los efectos que producen, es razonable pensar que las partes más imperceptibles de la materia, visto que cada una tiene cierta figura, son también capaces de producir ciertos efectos en proporción a su tamaño, como aquellos que vemos que producen los cuerpos más grandes".[13]

En suma, el método que guía a los filósofos modernos en la obtención de importantes resultados en la filosofía natural es una combinación de razón, experimento y demostraciones matemáticas.

Finalmente, explica que tomó de Aristóteles el rechazo del vacío y de los átomos, pues aunque, por sí misma, la divisibilidad de la materia no parece poder explicar nada, si se considera que las partes no sensibles tienen figura, tamaño y movimiento, por lo cual producen ciertos efectos y que las partes sensibles se componen de aquéllas, al conocer los efectos producidos por las figuras, tamaños, etcétera, de éstas, se inferirán los de aquéllas.

Rohault finaliza el prefacio de su *Sistema de filosofía natural* mencionando sus fuentes; así, ha recurrido a los antiguos y a los modernos, pero muy especialmente a Descartes, de quien dice:

[12] *Idem.*
[13] *Idem.*

> Pero la persona a quien más he usado en este trabajo y cuyo nombre no he mencionado para nada, para evitar una perpetua repetición, es el famoso "Cartes", cuyo mérito, por el cual deviene más y más conocido para todas las naciones en Europa, como lo ha sido durante mucho tiempo para muchos de los principales estados, hará confesar al mundo entero que Francia es al menos tan feliz, al producir y educar hombres grandes en todas las profesiones, como lo fueron los antiguos griegos.[14]

La confrontación de dos explicaciones teóricas: algo más que una cuestión de método

Los partidarios de Newton lo vieron como el representante de una ciencia moderna, progresista y exitosa, además de consciente de sus limitaciones y firmemente fundada en el experimento y los datos de la observación experimental. Los cartesianos, aunque admitían la necesidad de desarrollar y mejorar la física cartesiana, consideraron que la "atracción" postulada por Newton constituía un caso de acción a distancia, es decir, se trataba de una cualidad oculta o incluso mágica o milagrosa, no obstante que Newton se defendió muchas veces diciendo que no tomaba "atracción" en un sentido literal y que no les adscribía la gravedad a los cuerpos como su más íntima y esencial propiedad. Además, los cartesianos rechazaron también el espacio vacío, esto es, para ellos, la "nada" a través del que se supone actúa la atracción.

En términos muy generales, el cartesianismo y el newtonianismo difieren en muchos aspectos, tanto teóricos como metodológicos, pero aquí vamos a considerar sólo dos cuestiones, restringidas e importantes, en el manual de Rohault:

1. La concepción del plenismo y el vacuismo.
2. La explicación de los graves.

Como se sabe, Descartes sostiene un plenismo, niega la existencia del vacío y propone que extensión y materia son

[14] *Idem.*

idénticas. Con ello pretendía eliminar "la nada" y las "fuerzas ocultas" de las explicaciones físicas y cosmológicas.

De este modo, como ya se ha dicho en otra parte,[15] Descartes era partidario del espacio interno, es decir, consideraba que no había un espacio distinto del de los cuerpos, de donde se puede concluir que extensión, materia y espacio son idénticos, puesto que el cuerpo no difiere de la extensión. Por otro lado, como el vacío no es nada, no puede tener determinaciones como la distancia o las dimensiones, que necesitan de una sustancia o sujeto de inherencia. En los *Unpublished Scientific Papers*, Newton dice que hay que rechazar los argumentos cartesianos, mostrando la diferencia entre cuerpo y extensión, pero, sobre todo, es importante mostrar el error que Descartes comete al aplicar a la extensión la vieja división de sustancia y accidente. "[Extentio] habet quendam sibi propium existendi modum qui neque suntantiis, neque accidentibus competit". La extensión, la cual tiene su propio modo de existir, que no coincide ni con la sustancia ni con los accidentes.[16]

Para Newton no es una sustancia, porque no sustenta afecciones y no subsiste absolutamente por sí; en realidad, se trata de cierto efecto de Dios, *effectus emanativus*, esto es, que aunque no es independiente de Dios, no es propiamente hablando una criatura producida en su ser por la voluntad de Dios, sino un efecto necesario, pero no un atributo de la divinidad. El espacio es, también, una afección de toda entidad existente, pero no es un accidente.[17] Por estas dos razones, el espacio no puede ser semejante a la nada.

Para Descartes, el mundo es ilimitado puesto que sólo Dios puede ser considerado como infinito, pero para Newton el espacio es infinito, ya que no es la propiedad defi-

[15] Esto lo he discutido en un artículo en prensa que lleva por título: "Infinitud e ilimitación en René Descartes"; asimismo, véase también: "La polémica Descartes-More: ¿es el espacio interno o externo?", en *Memorias del XIII Congreso Interamericano de Filosofía*, Bogotá, Colombia, Universidad de los Andes, 1994, pp. 379-384.

[16] I. Newton, "Unpublished Scientific Papers", en A. Koyré, *Newtonian Studies*, p. 85.

[17] *Cf.* A. Koyré, *op. cit.*, p. 86, en particular, n. l.

nitoria de la materia, sino una afección en el sentido de condición o suposición ontológica de todo existente. Así, nos dice que:

> El espacio se extiende en todas direcciones hasta el infinito, porque no somos capaces de imaginar algún límite en él sin, al mismo tiempo, comprender que hay espacio más allá de él. Y no obstante, todas las líneas, rectas, parabólicas, hiperbólicas y todos los conos y cilindros y todas las otras figuras (que podemos concebir inscritas en él) se extienden hasta el infinito y no están limitadas por ningún lado, aunque deben estar interceptadas aquí y allá por líneas y superficies de todas clases, transversales a ellas.[18]

La primera parte parece de inspiración cartesiana: un espacio al que siempre se le puede añadir algo; sin embargo, se aleja en los ejemplos que sugieren, no un infinito potencial, sino actual. Aún más, Newton dice que no hay por qué considerar el infinito como meramente imaginario, sino como actual, puesto que los puntos en los que se intersectan las figuras geométricas infinitas son reales, aunque se sitúen más allá de los límites del mundo.

Sin el problema cartesiano de la identificación cuerpo-espacio o materia-extensión, Newton puede, al romperla, asignarle infinitud al espacio y a Dios, que no es lo mismo que asignárselo a la materia y a Dios al mismo tiempo, una consecuencia de la geometrización del mundo físico, que Descartes se cuidó de no admitir. Además, Newton no tenía el problema teológico de identificar la infinitud con la perfección del ser. Koyré dice que, para Newton: "Realmente el espacio no está conectado con la materia sino con el ser, *spatium est entis quatenus ens affectio*. Ningún ser existe o puede existir que no esté relacionado con el espacio de algún modo. Dios está en todas partes, las mentes creadas están en alguna parte y el cuerpo está en el espacio que ocupa; y lo que quiera que sea que no esté ni en todas partes ni en alguna parte, no existe".[19]

[18] *Ibid.*, p. 87.
[19] *Ibid.*, p. 89.

Podemos escuchar, en estas consideraciones, los ecos de la polémica que Descartes sostuvo con Henry More. El *nulli ubi* para Dios y el alma, que Descartes tiene que sostener consistentemente frente a las burlas de Henry More, quien llamó a los cartesianos *nullibistae*. El espacio llega a ser, en Newton, afección de los entes igual que el tiempo, de acuerdo con los cuales se determina la cantidad de la existencia de cualquier ser individual, con respecto a la amplitud de su presencia (en cuanto al espacio) y de su perseverancia (en cuanto al tiempo) en el ser.[20]

El problema de la pesantez en la física de Rohault

Para Descartes la pesantez era una reacción centrípeta de los cuerpos gruesos producida por la presión centrífuga de la materia sutil que tiene lugar en los torbellinos.[21]

En 1669 se suscitó en la Academie Royal des Sciences, en París, una famosa polémica en la que tomaron parte varios científicos importantes, unos en favor y otros en contra del cartesianismo; Christian Huygens defendió la tesis cartesiana de la pesantez con dos "experimentos", poniendo en vasijas cuerpos de diversa densidad y haciéndoles girar, de tal modo que la materia sutil se ve arrastrada hacia la periferia y la más gruesa es empujada hacia el centro. De sus "experimentos" concluyó que, tal parece como si "un cuerpo menos rápido, en un torbellino más rápido, fuera atraído hacia el centro". No conforme con dar la razón a la explicación cartesiana de la pesantez, Huygens calculó la fuerza centrífuga que un cuerpo desarrolla al girar alrededor de otro a cierta distancia: $F = m (4/T)$. Donde F = fuerza, M = masa y T = tiempo, significando que la Fuerza es igual a cuatro veces la masa sobre el tiempo.

[20] *Cf. ibid.*, p. 89.
[21] A. Pérez de la Borda, *Leibniz y Newton*, p. 27.

Con esta fórmula intentaba hacer verosímil que la materia sutil desarrolla, en su giro, cierta fuerza centrífuga X pero la materia gruesa, al girar más despacio, tiene una fuerza centrífuga menor a X y así, la fuerza menor es vencida por la mayor, produciendo la reacción centrípeta que exhibe la materia gruesa. De esta forma, la pesantez consiste "en el esfuerzo que la materia fluida hace por alejarse de la tierra en todos los sentidos empujando en su lugar a los cuerpos que no siguen ese movimiento".[22]

Contra estas explicaciones, Gilles Personne de Roberval, ya en 1636, según nos dice Koyré, en una carta que escribió conjuntamente con Étienne Pascal a Fermat, sostenía que:

> Es posible que la gravedad sea una cualidad que reside en el mismo cuerpo que cae, puede ser que esté en otro que atrae a aquel que desciende como pasa en la tierra. Puede ser también, y es muy probable que sea una atracción mutua, o un deseo natural de los cuerpos de unirse como es obvio en el caso del hierro y el magneto, que es tal que, si se detiene el magneto, el hierro, si no es impedido, se moverá hacia él. Si el hierro es detenido el magneto se moverá hacia él y si ambos están libres se aproximarán uno a otro recíprocamente.[23]

Roberval también tomó parte en el debate sobre las causas de la pesantez en la Academie Royal des Sciences de París y, el 7 de agosto de 1669, leyó una memoria en donde vuelve a afirmar que hay tres posibles explicaciones de la gravedad, pero que la más simple es la de la atracción mutua o tendencia de las diferentes partes de la materia a unirse, pero sigue llamando a esta atracción una cualidad oculta. Su gran mérito, sin embargo, es haber escrito su *Systeme du monde* sobre la base de la "atracción universal".

Jacques Rohault, por su parte, dedicó el capítulo 28, de su *Tratado de física*, a la gravedad y la levedad y explica que los nombres de levedad y gravedad han sido usados

[22] *Ibid.*, pp. 30-31.
[23] A. Koyré, *op. cit.*, p. 59.

desde la antigüedad sin comprender realmente en qué consisten semejantes cualidades de los cuerpos que observamos. Así, hay quienes han dicho, siguiendo a Aristóteles, que los cuerpos tienen, en sí mismos, la tendencia a dirigirse al centro de la tierra (que es además el centro del universo) y otros la tendencia contraria. Sin embargo, hay quienes han considerado que todos los cuerpos tienden al centro del universo y, finalmente, hay quienes sostienen que la tendencia de los cuerpos es a alejarse del centro.

A Rohault, las tres opiniones le parecen falsas ya que, siguiendo a Descartes, no admite que haya auténticas tendencias en los propios cuerpos, además de que desconocemos la verdadera causa que los mueve hacia arriba o hacia abajo.

El cartesiano se pregunta entonces en qué consisten la gravedad y la levedad y expresa, como "una de las principales leyes de la naturaleza", que "las partes de cualquier conjunto que gire en torno a su centro tienen tendencia a alejarse de él. Dicha tendencia es mayor en aquellas partes que tienen mayor movimiento que en las que tienen menos".[24] Rohault explica que, como en la masa de partes que giran alrededor de su centro, a la que podemos llamar un vórtice, algunas tienen más movimiento que otras —las más pequeñas tienen más movimiento que las más masivas— debe concluirse que las partes con más fuerza o movimiento tienden a alejarse del centro: "pero, las partes que tienen menos fuerza para alejarse, son empujadas con violencia hacia el centro por las que tienen más fuerza; esas partes las llamamos pesadas".[25]

En suma, la gravedad se interpreta como menor levedad pero no como una disposición del cuerpo o partícula al descenso. El peso del cuerpo es proporcional a la cantidad de materia fluida que lo hace descender en su rápido movimiento al alejarse del centro. La gravedad o peso aparece así como un efecto de la levedad o, si se quiere, la manifes-

[24] J. Rohault, *op. cit.*, p. 93.
[25] *Idem.*

tación centrípeta del cuerpo que "cae" es efecto del movimiento centrífugo de la materia sutil.

Por eso, en el párrafo 8, Rohault relata el experimento de Huygens, ya mencionado, de donde concluye que "la gravedad no es sino menor levedad" y también considera que "de aquí se sigue que los cuerpos que descienden no tienen ninguna disposición en ellos mismos a descender", lo cual no impide que este movimiento pueda considerarse como natural, puesto que así ha sido establecido por la naturaleza.

Esta curiosa explicación condiciona, también, la propuesta cosmológica cartesiana; en efecto, si consideramos que existen torbellinos de materia sutil que giran con una determinada velocidad, los astros aparecen como cuerpos gruesos o pesados, cuya menor velocidad hace que la materia sutil literalmente los arrastre, de modo que giran en torno a su centro y en torno al sol, no por su propia fuerza, sino por la de la materia sutil que los rodea.

Con respecto a los astros, Rohault dice que "la tierra no gira en torno a su centro cada 24 horas por su propia fuerza, sino que es arrastrada por la corriente de una materia fluida que la rodea y que penetra todas sus partes".[26]

Finalmente, en el párrafo 13 Rohault, siguiendo el mismo modelo mecanicista, intenta la explicación particular de la gravedad de los cuerpos individuales que se reduce, según lo propone, a que un cuerpo que tiene menos materia sutil o fluida tiene menos fuerza para separarse del centro que los cuerpos que tienen más materia sutil.

Frente a estas "explicaciones" de Rohault sobre la gravedad, no se hacen esperar los amplios comentarios de Clarke, quien dice que:

> Ésta es una hipótesis muy ingeniosa y muy probable, en la medida en que se piense que el mundo es un pleno, pero ya que se ha mostrado, mediante las muy exactas observaciones de los filósofos modernos, que el mundo no está lleno y que la gravedad es la más antigua y la más universal propiedad

[26] *Ibid.*, p. 95.

de la materia y la más importante para mantener y conservar junta la totalidad del universo, debemos proceder con otro método y proponer otra teoría de la gravedad.[27]

Era fundamental, para esa nueva concepción, dejar claramente establecido que no hay materia sutil en el espacio, ya que la explicación cartesiana de la mínima resistencia de una materia sutil es contraria a la razón y a la experiencia. Si la esencia de la materia no es la extensión, sino la impenetrabilidad, el espacio se libera dando pie a mejores explicaciones sobre el movimiento de los cuerpos, de los astros, sobre el peso, etcétera.

Clarke no puede dejar pasar la ocasión para hablar del autor de la nueva propuesta, así dice a continuación: "Para ser breve, el celebrado Sir Isaac Newton, ha llevado a cabo esta investigación con éxito, ya que, al suponer la más simple naturaleza de la gravedad, ha establecido el verdadero sistema del mundo más allá de toda controversia y la más clara explicación de los más importantes fenómenos de toda la naturaleza".[28]

Clarke resume la opinión de Newton sobre la naturaleza y las propiedades de la gravedad:

1. Cada partícula individual, de todos los cuerpos que sean, gravita hacia cada partícula individual de todos los cuerpos que sean, esto es, se hallan impelidas las unas hacia las otras por la gravedad.

2. Esta fuerza gravitacional es universal en toda su extensión, esto es, todos los cuerpos cualesquiera, hasta donde sabemos, donde quiera que se encuentren ubicados, no sólo en la tierra sino también en los cielos, ya en la luna o en los planetas, en el sol o en cualquier otro lugar, están dotados de este poder.

3. Esta fuerza es universal en cuanto a las clases de los cuerpos; esto es, la poseen todos los cuerpos, cualquiera que sea su figura, forma o textura; ya sean simples o compuestos; fluidos o sólidos; ya sean grandes o pequeños; ya

[27] *Cf.* A. Koyré, "Rohault and Clarke on Attraction", en *op. cit.*, p. 170.
[28] J. Rohault, *op. cit.*, p. 95.

estén en movimiento o en reposo, están dotados con este poder.

4. Esta fuerza es universal también en relación con el tiempo; esto es, siendo todas las otras condiciones las mismas, nunca se incrementa o disminuye.

5. La cantidad de la gravedad, en distancias iguales, es exactamente proporcional a la cantidad de materia en los cuerpos gravitantes.

6. La gravedad, en cuerpos dados, es mayor o menor de acuerdo con la distancia entre estos cuerpos.

7. La proporción del incremento o disminución de la gravedad en los cuerpos que se aproximan o se alejan uno de otro es tal que su fuerza es recíprocamente el doble proporcional al cuadrado de sus distancias.

A partir de esta caracterización de la gravedad, Clarke nos propone cinco conclusiones fundamentales:

A) La gravedad o peso de los cuerpos no es un efecto accidental del movimiento o de alguna materia sutil, como querían los cartesianos, sino una ley originaria y general de toda la materia impresa en ella por Dios, y que se mantiene en ella por un poder eficiente que penetra su sustancia sólida. Clarke hace hincapié en que la gravedad se da en relación con la proporción, precisamente, de la cantidad sólida de los cuerpos. Es, por así decir, el fenómeno propio de la solidez (resistencia o antitipia) que caracteriza a la materia.

B) De esta caracterización de la gravedad, se sigue que hay un verdadero vacío en la naturaleza y, además, que el vacío constituye la mayor parte del mundo natural pues, si supone al mundo como un pleno, se sigue que en él todo cuerpo pesa igual, lo cual es un absurdo.

C) Si se acepta la gravedad se puede explicar el movimiento de los planetas en sus órbitas a partir del primer impulso que Dios les da sin la ayuda de vórtices de materia sutil que sólo retardarían su movimiento.

D) Clarke recurre a la autoridad de Kepler, quien dijo que: “La gravedad es una afección corporal que es mutua (recíproca) entre los cuerpos de la misma naturaleza”.

Como se hace evidente, todas estas consecuencias, derivadas de la propuesta de la gravitación universal son, por completo, diferentes y prácticamente opuestas a las tesis cartesianas sostenidas por Rohault.

Conclusión

De pronto no resulta tan cruel la ironía volteriana.[29] Si bien es verdad que Descartes aportó muchos elementos a la física de Newton, no es menos cierto que en este asunto concreto la propuesta cartesiana parece, al menos, rezagada, no sólo en el contenido sino en el modo de la explicación. El peso excesivo de la teoría cartesiana de la pesantez cae irremisiblemente ante la dinámica de Newton. Fontenelle había notado que, con Descartes, parecían haberse conjurado las explicaciones mediante "fuerzas ocultas" o atracciones y el vacío, sin embargo, dice, Newton ha regresado a ellas, pero las ha armado de un poder totalmente nuevo. Ello tiene que ver con la forma en la que Descartes concibió que se puede hablar del universo, sin dejar resquicio a cosas no explicadas, plenamente, de manera intelectualmente precisa. Nada debiera escapar a este poder racional. Toda causa debe explicarse y todo principio debe ser claro. Frente a esta forma de entender la explicación del universo, Clarke ha argüido que la identificación de materia con extensión es ininteligible y que el pleno impide explicaciones sencillas de muchos fenómenos, incluso hay experimentos que prueban la inexistencia del pleno. En cuanto a las fuerzas ocultas, la "atracción" no es una causa sino un efecto, pero un efecto universal, del que no se pre-

[29] En sus *Lettres philosophiques*, Voltaire señala lo siguiente: "Un francés que llega a Londres, encuentra grandes cambios en filosofía como en todo lo demás. Deja el mundo lleno y lo encuentra vacío. En París uno ve el universo compuesto de vórtices de materia sutil; en Londres uno no ve nada de esto. En París, es la presión de la luna la que causa la marea; en Inglaterra, es el mar el que gravita hacia la luna. Con los cartesianos, todo se debe a un impulso que nadie entiende; con Newton, es por atracción, cuya causa no es mejor conocida". Citado por A. Koyré en "Newton and Descartes", en *op. cit.*, p. 55.

tenden averiguar las causas pues, en esta forma de hacer ciencia, no interesan principios desconocidos, sino el establecimiento de ciertas regularidades y proporciones de este efecto en los fenómenos naturales. Y, pasando a la ofensiva, los newtonianos podrían decir que los vórtices pueden, fácilmente, llamarse causas ocultas puesto que su existencia nunca se ha demostrado.[30]

Apéndice: A propósito de si la gravedad es una propiedad esencial de la materia

A pesar de todo lo que Clarke puntualiza, sobre la importancia de la gravedad en Newton, cabe, según Koyré, la pregunta de si la gravedad es una propiedad esencial de la materia para Newton. En efecto, en su *Hypotheses Explaining the Profiles of Light*, de 1675, Newton sostuvo que no creía que la gravedad fuera "una propiedad innata, esencial e inherente a la materia". Rechazó igualmente la idea de la atracción como acción a distancia. No obstante, Bentley seguía considerando que "si una energía constante es infundida por Dios en la materia" como Newton le decía en sus cartas, entonces, "la gravedad debería ser esencial a la materia".[31]

Sin embargo, es importante notar, como lo muestra Koyré, que en Newton no hay una definición única de esta "propiedad" de la materia ya que, en los *Principia*, en ocasiones se trata de "fuerzas matemáticas", en tanto que en el prefacio del mismo texto dice que estas fuerzas de la naturaleza son "desconocidas" pero están desprovistas de sentido físico y deben entenderse matemáticamente.

Koyré considera que hay cierta irresolución cuando Newton habla de "atracción", "fuerza" o "impulso" para referirse a aquello que sea lo que impulsa a los cuerpos unos contra otros y concluye que, dado lo anterior:

[30] *Cf.* A. Koyré, *ibid.*, p. 60.
[31] Richard Bentley en A. Koyré, *op. cit.*, p. 149.

Newton no puede dejar de dar la impresión de estar lidiando, en ambos casos ("impulsos" o "atracciones"), con fuerzas físicas semejantes, aun cuando no tome en cuenta o haga abstracción de su realidad física y considere sólo su aspecto matemático.[32]

No obstante sus esfuerzos, los lectores de Newton lo entendieron como sosteniendo la "existencia de fuerzas en los cuerpos". Koyré menciona a Huygens, Leibniz y más extensamente a Locke, quien, en su respuesta a la segunda carta del Obispo de Worcester, dice: "La gravitación de la materia hacia la materia, de modos no concebibles por mí, es no sólo una demostración de que Dios, cuando le parece bien, puede poner en los cuerpos poderes y modos de acción que están más allá de lo que puede derivarse de nuestra idea de cuerpo o explicado por lo que conocemos de la materia".[33]

Más aún, los autores del siglo XVIII consideraron siempre la gravedad o atracción como una mera cuestión de *facto* y el problema de su origen fue soslayado. No obstante, parece que ni la complejidad de las explicaciones newtonianas, ni las perplejidades de los lectores, pudieron alterar el "hecho duro" de la gravedad como central a la dinámica newtoniana independientemente del origen de tal fuerza.

[32] *Ibid.*, p. 153.
[33] *Cf. ibid.*, p. 155.

8. Sobre la noción de materia en *De ære et æthere* de Isaac Newton



Introducción

> Como filósofo mecánico, Newton sabía que ninguna teoría de la materia podía establecerse firmemente hasta que las fuerzas que afectan a los fenómenos fueran plenamente entendidas.[1]

Es casi un lugar común que Newton eludía el problema de la constitución de la materia. Para unos se trata de un resbaladizo problema metafísico que la física newtoniana no tenía por qué contestar. Sin embargo, a la luz de sus propios escritos, surgen importantes problemas que muestran tanto sus preocupaciones como sus compromisos ontológicos y nos hacen revisar, con mayor detenimiento, cuál fue la concepción que Newton tuvo de la materia y sobre todo por qué, si tiene en mente diversas alternativas, no obstante, no puede proponer ninguna de manera definitiva. Ello se debe, en mi opinión, a que no llenan sus requisitos metódicos y no a que él no las considerase importantes para la ciencia física.

El pequeño ensayo *De œre et œthere* es un muestrario de propuestas sobre la materia. Escrito hacia 1673 constituye, según los Hall, "el primer texto que sobrevive completamente dedicado a esta teoría [de la materia]".[2]

[1] I. Newton, *Unpublished Scientific Papers*, p. 211.
[2] *Ibid.*, p. 187.

Ahora bien, aunque podemos aceptar que tal escrito, donde se presenta la teoría del éter, no constituye realmente "el pilar central del sistema natural" de Newton, como lo propone I. B. Cohen;[3] tampoco puede decirse sin más, como los Hall lo enuncian, que la teoría del éter "siempre fue en Newton tentativa y esporádica",[4] algo así como un mal pensamiento que, de vez en cuando, lo asaltaba.

Tengo razones para pensar que, más bien, aun cuando Newton no pudo concretar una teoría de la materia, el valor de estas distintas hipótesis, en función de la explicación de los fenómenos, es lo que las hizo difíciles de desechar.

Harto le pesa a Newton no encontrar la conexión más directa entre la cohesión y la densidad de los cuerpos, dadas en los fenómenos, y sus causas más directas. Pero, en sustitución de tales causas, ofrece las construcciones teórico-matemáticas, por ello, las palabras del *Escolio* siguen sonando en nuestros oídos:

> Decirnos que cada especie de cosas está dotada con una cualidad específica oculta, mediante la que actúa y produce efectos manifiestos, es no decirnos nada; pero, derivar dos o tres principios generales del movimiento, a partir de los fenómenos y después decirnos cómo las propiedades y acciones de todas las cosas corpóreas, se derivan de estos principios manifiestos, puede ser un gran paso en filosofía, aunque las causas de estos principios no se hayan descubierto aún.[5]

Este estudio está dirigido a poner a la consideración de ustedes mi propuesta de que las diversas hipótesis sobre la materia en Newton, cuya carga ontológica es decididamente fuerte, tienden a ser sustituidas por constructos teóricos, por ejemplo, "principios del movimiento", expresables matemáticamente y que este "gran paso en filosofía" que Newton menciona es justo un cambio de vía reflexiva, que supone el tránsito de la vía de reflexión epistemológica, paradig-

[3] *Cf. ibid.*, pp. 192-193.
[4] *Idem.*
[5] *Ibid.*, p. 211.

máticamente representada por Descartes, a la vía de reflexión crítica.

Breves consideraciones sobre el tránsito de la vía de reflexión epistemológica a la vía de reflexión crítica

Entiendo por 'vía reflexiva' un estilo de pensamiento que varias escuelas y autores sustentan, sucesiva o simultáneamente, incluso en distintos momentos históricos, con base en una serie de supuestos fundamentales compartidos.[6] Es por esta razón que la vía *reflexiva* puede entenderse como una especie de *modelo teórico* muy amplio y básico que subyace a distintas propuestas filosóficas. Por ello, cabe esperar que, al no ser excluyentes del todo, junto a la vía reflexiva más transitada existan vías alternativas, incluso opuestas, aunque menos frecuentadas, lo que explica que un mismo autor pueda desplazarse de una a otra.

La noción de *vía reflexiva* es flexible y permite evitar inconvenientes como:

1. Una forzada adecuación entre periodos cronológicos y desarrollos filosóficos.

2. La consideración de que toda propuesta filosófica es cancelada, o, al menos, superada por una propuesta posterior.

3. El prejuicio de que un único enfoque teórico puede agotar el tratamiento de complejos problemas filosóficos.

Me parece que los inconvenientes señalados apuntan en la misma dirección, a saber, la necesidad de cuestionar la concepción del saber filosófico como "unidimensional", "unidireccional" y "discontinuo", para remplazarla por la idea de que la cultura filosófica es una compleja red de vías reflexivas que construimos, ensanchamos o angostamos en función de nuestros problemas e intereses.

[6] N. edit. La concepción de las vías reflexivas se encuentra ampliamente desarrollada en: L. Benítez, *Descartes y el conocimiento del mundo natural*, México, Porrúa, 2004.

Al igual que en una red de carreteras, puede haber vías en construcción, en reparación o fuera de uso; asimismo las puede haber amplias y muy transitadas o angostas y poco frecuentadas, pero, como en un mapa, las vemos conectadas entre sí de muchas maneras.

Como puede observarse, la noción de vía reflexiva es mucho más amplia que la noción de 'escuela' y esta generalidad se debe a que, como modelo teórico amplio, recoge únicamente las tendencias más generales de diversas perspectivas filosóficas. En este sentido, es más cercana a la idea de 'tradición', siempre y cuando tengamos en mente tradiciones muy amplias.

Las dos vías que deseo contrastar aquí, con objeto de entender la propuesta newtoniana sobre la materia, son: la vía de reflexión epistemológica y la vía de reflexión crítica. Dicho de manera rápida, la vía de reflexión epistemológica se funda en el supuesto de que el mundo es homogéneo sustancialmente y que la única sustancia diferente al mundo físico es la conciencia, la cual tiene el privilegio de contemplar y engarzar este cosmos material, esto es, lo puede conocer. El gran problema fue entonces: ¿cómo se da este acceso de una sustancia a la otra siendo éstas diversas? o ¿cómo, si la mente tiene acceso inmediato a sus ideas, puede establecer un conocimiento cierto del mundo externo?

La vía de reflexión crítica tiene como supuesto que no puede haber una ontología dura al alcance del conocimiento, por consiguiente, la constitución del conocimiento se tiene que dar a partir de la experiencia fenoménica; sin embargo, las operaciones del entendimiento (inferencial, imaginativa, etcétera) deben llevarnos a establecer las regularidades y principios que rigen esta variedad de fenómenos experimentados.

En consecuencia, la crítica no es más un precepto del método, sino un programa que nos permite constituir objetos de conocimiento.

El programa crítico cuestiona así, a la vez, los alcances de la razón y los de la realidad cognoscible y por ello, en

esta vía reflexiva, no se aceptan objetos de conocimiento "dados", sino en tanto son susceptibles de ser constituidos.

Así, los objetos de conocimiento, como cuerpos teóricos, son las explicaciones más convincentes para una región predeterminada de efectos fenoménicos. Es por esto último que la vía de reflexión crítica se aleja del ideal de un sistema único de conocimientos para dar paso a la constitución de diversos objetos de estudio, entendidos como áreas o campos teóricos; saberes articulados que exhiben su legalidad fundada metódicamente.

De ære et æthere *o* *las tribulaciones newtonianas en la vía de reflexión epistemológica*

Dicen los Hall, editores canónicos y comentaristas de Newton, que: "La adhesión de Newton a la filosofía mecánica fue un desarrollo muy temprano. En sus días de estudiante había leído con cuidado los *Principia Philosophiæ* de Descartes; *The Origins of Forms and Qualities,* entre otros trabajos, de Robert Boyle, y los escritos de Henry More, y Robert Hooke…"[7] Aquí lo que me importa no es la obvia herencia mecanicista que Newton recibe fundamentalmente de Descartes o la atomista de Boyle o la del espacio independiente de la materia de More, sino el hecho de que Newton transita, en su juventud, por la vía de reflexión epistemológica y las consecuencias que eso tiene para sus presupuestos en filosofía natural.

El *De œre et œthere* no puede entenderse sino como el producto de su tránsito por la vía de reflexión epistemológica. Es en esa vía donde adquiere la idea de una materia homogénea y, más aún, donde recoge dos propuestas importantes de ontología dura, sobre la materia, a saber:

[7] *Ibid.*, p. 187.

1) Que la materia está dividida en partes que no se ven, pero se infieren del comportamiento de los fenómenos a nuestro alcance.

2) Estas partes del aire pueden dividirse en partes más sutiles o etéreas.

En cuanto al problema de la homogeneidad material, si todos los cuerpos (minerales, líquidos, vegetales, etcétera) pueden dividirse en partes hasta llegar a ser aire y éste, a su vez, se puede dividir hasta llegar a éter, entonces hay una homogeneidad material, y ello no sólo es principio cartesiano, sino que se encuentra en la vía de reflexión epistemológica desde la baja Edad Media y con mayor énfasis en el Renacimiento.

Newton afirma en la *Conclusio* que: "En cuanto a la materia de todas las cosas, ésta es una y la misma, la cual se transforma en incontables maneras por la operación de la naturaleza".[8]

La homogeneidad material es muy importante si se quiere sostener que, aunque las partes materiales son iguales, la condensación, la rarefacción, la fermentación y otros procesos físicos y químicos explican la variedad de los cuerpos que conocemos.[9]

Por otra parte, la homogeneidad material se había opuesto al pluralismo sustancial de la tradición; sin embargo, hay que tener presente que la homogeneidad, que Newton propone aunque sigue en lo general, "el argumento familiar a la filosofía mecanicista del siglo XVII [...] [en el sentido de que] todos los cuerpos materiales, incluyendo los aires derivados de ellos, están compuestos por partículas"[10] y, por ende, al menos en principio, tal propuesta puede ubicarse en la vía de reflexión epistemológica, sin embargo, no es muy semejante a la homogeneidad que Descartes sostiene, cuyo mecanicismo básico reduce toda explicación física, por ejemplo, condensación y rare-

[8] I. Newton, "Conclusio", en *op. cit.*, p. 341.
[9] *Idem.* "[...] y, comúnmente, los cuerpos más sutiles y enrarecidos, la fermentación y los procesos de crecimiento los hacen más espesos y más condensados".
[10] *Ibid.*, p. 190.

facción, a movimientos por choque y, por ello, no puede dar cuenta ni de fenómenos fisiológicos como el crecimiento, ni de reacciones químicas por proximidad de los cuerpos o por el calor como Newton lo hace.

El esquema físico-geométrico de Descartes que reduce el aire a partes esféricas de tamaño y velocidad medios se vuelve en Newton mucho más complejo; así, en el *De œre et œthere* nos dice: "Las tres más vastas clases de aire provienen de las tres más grandes clases de sustancias. El aire permanente y pesado, de los metales; las exhalaciones, de la parte terrestre de las sustancias vegetales y el vapor, de los líquidos".[11] Pero Newton no se conforma con decirnos cuál es el origen inmediato de estas distintas clases de aire, sino que nos indica cómo operan: "Más aún, las sustancias aéreas son muy diferentes de acuerdo con la naturaleza de los cuerpos a partir de los cuales se generan. Los metales, por corrosión, dan un aire permanente; las sustancias vegetales y animales, por corrosión, fermentación o quemándose, dan un aire de corta duración y las sustancias volátiles, enrarecidas por el calor, dan el aire menos permanente de todos que llamamos vapor".[12]

Estamos, pues, muy lejos de la explicación por el mero choque de partículas; hay en juego procesos físicos y químicos y la noción de sustancia está, por ello, más cerca de nuestra idea de sustancia química que de la noción aristotélica de sustancia, porque esta nueva pluralidad sustancial no se da con base en naturalezas por completo diversas entre sí, sino sobre la consideración de que, las diversas operaciones de la naturaleza dan lugar a la modificación de la materia en la variedad de fenómenos que percibimos.

Pasemos ahora al problema de la ontología dura. En relación con el problema de las partes materiales, Newton afirma en la *Cuestión* 31: "me parece probable que Dios, en

[11] *Ibid.*, p. 226.
[12] *Idem.*

el principio, haya formado la materia en partículas masivas, sólidas, duras, impenetrables, móviles...”[13]

Esta expresión es tajante en cuanto afirma la existencia de corpúsculos o partículas, las cuales ni siquiera son realmente perceptibles, sino que hay que suponerlas para entender los fenómenos, por lo cual aquí se haya más cercano al corpuscularismo de Descartes que a la extensión coloreada de Berkeley, para quien existen *minima sensibilia* y no se podría dar el lujo de suponer partes materiales no perceptibles.

Esta cercanía con Descartes se hace mucho más evidente cuando Newton entra de lleno en las especulaciones sobre el éter. En efecto, siguiendo muy de cerca la terminología de *Los principios de la filosofía* de Descartes, nos dice que: “Así como los cuerpos de la tierra al romperse en pequeñas partículas se convierten en aire, así, las partículas pueden romperse en otras más pequeñas, por una acción muy violenta, y convertirse en un aire más sutil como para penetrar los poros del vidrio, el cristal y otros cuerpos terrestres; podemos llamarlo el espíritu del aire éter”.[14]

De esta manera, Newton retoma el tema de la división de las partes acercándonos a la visión corpuscularista cartesiana; sin embargo, al paso que para Descartes la divisibilidad de la materia era inherente a la concepción físico-geométrica de la misma, nos preguntamos, ¿por qué Newton, quien privilegia la mecánica sobre la geometría, se interesó en algún momento en esta clase de propuestas?

Considero que Newton explora aquí las posibilidades explicativas del mecanicismo básico que aprendió de joven y que mide si puede rescatar un esquema de ontología dura que dé sustento a su propuesta de las fuerzas de atracción y repulsión; no obstante, la explicación cartesiana en términos de partículas materiales totalmente inertes, que ganan y pierden movimiento por choque, le pareció insuficiente para dar cuenta de la inmensa variedad de los fenómenos

[13] I. Newton, “Cuestión 31”, en *Opticks or a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, p. 400.
[14] *Ibid.*, p. 227.

naturales y ello nos ayuda a comprender el tránsito de Newton hacia la vía de reflexión crítica.

Newton en la vía de reflexión crítica

Al añadir nuevos elementos, como las fuerzas, a las partes materiales, Newton inicia el tránsito hacia la vía de reflexión crítica, donde finalmente encontrará que es preferible poner entre paréntesis cualquier ontología dura sobre la materia que tenga que apelar a principios metafísicos y es mejor sustituirlos por explicaciones comprobables y expresables matemáticamente.

En el *De œre et œthere*, Newton revela no sólo dos importantes desacuerdos ontológicos con Descartes sino, sobre todo, su desacuerdo metodológico.

Los desacuerdos ontológicos son:

1. Que las partes materiales no son plenamente inertes, esto es, no son meros vehículos o transportes del movimiento, sino que tienen fuerzas asociadas de atracción y repulsión.

2. Que no hay un pleno material como Descartes lo proponía, pues su concepción de la condensación y la rarefacción requiere de huecos entre las partes materiales en movimiento, por lo cual está más cerca del atomismo.

El primer desacuerdo, *i. e.*, que las partes *materiales* no son meramente inertes sino que tienen fuerzas asociadas, revela el paso de la cinemática a la dinámica.[15]

Es cierto que para Descartes cualquier fuerza, cuya causa no se hace explícita, es oculta, pero Newton encuentra que las fuerzas son más bien explícitas en los fenómenos: "me parece, además, que estas partículas no tendrían únicamente una *vis inertiœ*, acompañada de tales leyes pasivas del movimiento, resultado de esa fuerza, sino que también

[15] Los Hall comentan que: "De los fenómenos de la física, la química e incluso la fisiología, Newton concluyó que la materia podía actuar sobre la materia en otras formas que el impacto mecánico directo de la física cartesiana". *Cf.* I. Newton, *Unpublished Scientific Papers,* p. 193.

serían movidas por ciertos principios activos, tal como lo es el de la gravedad y como los que causan la fermentación y la cohesión de los cuerpos".[16]

Al no poder derivar estos fenómenos de los meros choques mecánicos, Newton propone la noción de fuerzas activas convirtiendo la inercia también en fuerza, pero pasiva. Descartes había hablado de partes en movimiento, pero Newton introduce la noción de la acción de fuerzas entre las partes. Ahora bien, ¿qué son las fuerzas y dónde se originan?

Son dos cuestiones que reciben más un tratamiento aproximativo que una explicación completa y definitiva.

Newton considera que las fuerzas son principios activos, poderes o virtudes, pero no avanza realmente en su precisión ontológica; no obstante, propone dos características importantes: a) que las fuerzas no son inherentes a la materia, puesto que Dios pudo haber creado materia sin fuerzas y por tanto sólo son asociadas a ella, y b) que hay fuerzas no mecánicas, *i. e.*, inmateriales pero físicas que pueden estudiarse experimentalmente, como la fuerza gravitatoria, y que no son milagros o fuerzas espirituales. Para los Hall, admitir fuerzas inmateriales pero físicas se trata de una metafísica imposible.[17]

Considero que las fuerzas tienen el mismo estatuto ontológico intermedio que el espacio, a saber, no es material, es simple, existe con mayor necesidad que los entes contingentes materiales, pero tampoco se identifica con el ser necesario. Con las fuerzas ocurre algo similar: no materiales pero presentes y actuantes entre las partes materiales, por lo tanto, no propiamente ocultas sino detectables, ocupan un lugar intermedio entre el ser necesario y los seres materiales contingentes.

En cuanto al origen de las fuerzas, Newton adopta un peculiar escepticismo académico respecto a la fuerza de repulsión. Hay tres hipótesis razonables sobre el origen de esta fuerza, pero no se pronuncia por ninguna, mantenien-

[16] *Ibid.*, pp. 192-193.
[17] *Cf. ibid.*, pp. 197-198.

do un curioso paralelo con el escepticismo académico de Hume, quien no se pronuncia por el origen de nuestras ideas. Newton nos dice sobre la causa de la repulsión: "O bien el medio interpuesto da paso con dificultad [al contacto entre las partes] o Dios ha creado cierta naturaleza incorpórea que busca repeler los cuerpos y hacerlos menos compactos o bien puede haber en la naturaleza de los cuerpos no sólo un núcleo duro e impenetrable sino también cierta esfera a su alrededor, de una materia fluida y tenue, que admite con dificultad otros cuerpos".[18]

Pero tal vez lo más importante es que Newton considera que es inútil disputar sobre tales especulaciones porque, lo que interesa realmente, son los efectos: "No disputo nada sobre estas cuestiones. Pero como es igualmente verdadero que el aire evita los cuerpos y que los cuerpos se repelen mutuamente, parece que concluyo correctamente de esto que el aire está compuesto por partículas de los cuerpos que evitan el contacto y se repelen una a otra con fuerza considerable".[19]

En relación con el segundo desacuerdo, respecto al mecanicismo cartesiano, a saber, que no existe un pleno material, está fundado en la idea de que no hay por qué identificar la materia con la extensión como Descartes lo hacía. Sobre este problema, Newton se extiende en el *De Gravitatione et œquipondio fluidorum*; sin embargo, en el *De œre et œthere* expresa, respecto a la rarefacción del aire, que "bajo la mitad, un tercio, una centésima o una milésima parte de ese peso normal, el aire se expande al doble, al triple o cien o mil veces su espacio normal, lo cual parece difícilmente posible, si las partículas del aire estuvieran en contacto mutuo".[20] Así, el supuesto básico de la tesis newtoniana de rarefacción es que hay espacio vacío en el que las partes materiales pueden expandirse, esto es, alejarse unas de otras por la fuerza de repulsión.

Hasta ahora sólo hemos hablado de lo que los Hall llaman la parte sólida de la física newtoniana, a saber: "que los fe-

[18] *Ibid.*, p. 223.
[19] *Idem.*
[20] *Ibid.*, p. 211.

nómenos resultan del movimiento de partículas y que estos movimientos son el resultado de la interacción de fuerzas entre las partículas”.[21]

Pero lo más interesante es que esa teoría no se ofrece, ni se intenta hacerlo, desde una perspectiva ontológica dura; en efecto, no sabemos con mucha claridad si Newton habla de átomos o de corpúsculos y tampoco dónde se originan y cómo operan las fuerzas asociadas a estas partículas. Newton parece perder el interés en ese tipo de explicaciones porque encuentra una alternativa más útil.

La vía de reflexión crítica frente a la metafísica

Cuando decimos que Newton añade fuerzas a las partículas o que desvincula materia de extensión tal parece que de lo que se trata es de una mejor manera de entender el movimiento o del paso de la mecánica cartesiana a la dinámica, pero el problema se hace más interesante cuando se ve a la luz de su propuesta metodológica.

Lo que hace plausible el cambio de vía reflexiva que Newton emprende es, justamente, cómo percibe el método de la filosofía natural, porque al encontrar sus principios matemáticos puede olvidarse de los principios metafísicos. Estos principios a Descartes le parecían indispensables, a tal punto que decía no haber leído a Galileo, por no fundar su ciencia en los principios generales de la metafísica.

Newton percibe algo muy diferente: si los principios que sustentan la regularidad de los fenómenos pueden tener una expresión matemática ajustada, entonces no se requieren principios metafísicos. Ello no significa que Newton renunciara del todo a semejantes apoyos, especialmente cuando transita en la vía de reflexión epistemológica; lo que sucede es que la nueva ciencia ya no los requirió.

[21] *Ibid.*, p. 192.

El rechazo a la física cartesiana no es realmente un asunto de meros aspectos puntuales, pues se potencia fuertemente a la luz del cambio de dirección en el método. Así, leemos en el "Escolio": "En los cuerpos vemos, únicamente, sus figuras y colores, oímos únicamente los sonidos, tocamos sus superficies externas, olemos los olores y probamos los sabores, pero sus sustancias internas no nos son conocidas ni por medio de nuestros sentidos, ni por un acto de reflexión de nuestras mentes".[22]

Descartes hubiera suscrito con gusto la primera parte, "por medio de nuestros sentidos" no podemos conocer la estructura interna de lo real; sin embargo, es por un acto reflexivo que sabemos que las cosas no son como aparecen y, por supuesto, las ideas innatas nos ayudan a conocer que la extensión es el modo esencial de la materia.

El cambio en Newton es drástico: el mundo que conocemos es el mundo fenoménico y ahora se acerca a la tesis berkeleyana al proponer que cualquier otra cosa, además de los perceptos sensibles, nos es desconocida. Ese mundo de corpúsculos invisibles y partes etéreas no nos es dable en una intuición intelectual como para Descartes. Pero, ¿cómo orientar el conocimiento científico a través del caudal fenoménico?

Es el método el que nos permite dar sentido, organizar los fenómenos naturales y, sobre todo, establecer su regularidad.

En el propio "Escolio" Newton nos dice: "Pero, hasta ahora no he sido capaz de descubrir la causa de estas propiedades de la gravedad a partir de los fenómenos y no formulo hipótesis, porque lo que sea que no se deduzca de los fenómenos, debe llamarse una hipótesis y las hipótesis, ya sean metafísicas o físicas, ya sean de cualidades ocultas o mecánicas, no tienen ningún lugar en la filosofía experimental".[23]

[22] I. Newton, "Escolio general", en *Malhematical Principies of Natural Philosophy and His System of the World*, p. 546.
[23] *Ibid.*, p. 547.

Newton establece una gradación en la especulación. Desde luego la especulación metafísica ocupa el grado más bajo y debe quedar excluida del ámbito de la teoría, pero tampoco la mera especulación en física, sobre causas mecánicas, por más que conozcamos sus efectos, es admisible pues "En esta filosofía [la filosofía experimental] las proposiciones particulares se infieren de los fenómenos y después se hacen generales por inducción".[24] Así, si los experimentos han de confirmar algunos principios o regularidades del comportamiento de los fenómenos naturales; tales principios no pueden ser meras descripciones o símiles forzados o, peor aún, entidades inventadas. Los principios se restringen así a ciertas relaciones proporcionales entre aspectos específicos de los fenómenos cuya enunciación puede hacerse de manera rigurosa, *i. e.*, matemática. Por ello, los Hall aseveran que "los 'principios mecánicos' de los *Principia* requerían que las fuerzas que actúan sobre las partículas y los movimientos producidos por ellas, fuesen calculadas con exactitud".[25]

Luego, aunque desconozcamos la ontología dura de las partículas y las fuerzas, lo que sí se puede establecer son los parámetros de su comportamiento. Esto es algo que Newton expresa ya en el *De œre et œthere*: "Si mediante un principio que actúa a distancia las partículas tienden a separarse unas de otras, la razón nos persuade de que, cuando la distancia entre sus centros es el doble, la fuerza de separación es la mitad y, cuando la distancia es triple, la fuerza se reduce a un tercio y así sucesivamente; luego, mediante un cómputo se descubre que la expansión del aire es recíproca a la compresión de la fuerza".[26]

Queda claro que el método de la filosofía natural, para Newton, sustituye los principios de la metafísica por principios matemáticos y, al hacerlo, se produce una importante consecuencia que es el rechazo del esquema de un saber unitario que pretendía abarcar todas las áreas del conoci-

[24] *Idem.*
[25] I. Newton, *Unpublished Scientific Papers*, p. 202.
[26] I. Newton, "De aere et aetere", en *Unpublislied Scientific Papers*, p. 223.

miento fundado en un grupo de principios generales. Ahora, en cambio, se trata de establecer un objeto de estudio como una esfera del saber perfectamente definida por su objeto y por su método. Es así como Newton transita de la vía de reflexión epistemológica a la vía de reflexión crítica, con lo cual contraviene el esquema cartesiano y se gana los reproches de Leibniz.

Pero en este cambio de vía lo más significativo no es simplemente escindirse del cartesianismo, sino que siendo el propio Newton un creyente y estando interesado en la teología, no obstante, buscó liberar, sin conseguirlo siempre del todo, la física en cuanto tal, de las especulaciones metafísicas.

Conclusiones

Los Hall mantienen que cuando Newton dice: "No he podido todavía descubrir las causas de la gravedad, ni he intentado explicarla, ya que no puedo entenderla desde los fenómenos",[27] tal afirmación es, según su opinión, parcialmente verdadera porque Newton sostenía que toda fuerza proviene de Dios. Es decir, Newton podía recurrir al expediente metafísico para establecer la causa de la gravedad. Los comentaristas hablan, así, de una ambigüedad que se registra a lo largo de la obra newtoniana.

Yo intento calificar el hecho; en mi opinión, no se trata de una ambigüedad sin más, sino del tránsito de Newton por dos vías reflexivas: una que admite principios metafísicos y la otra que los cuestiona. Pero no solamente, sino que el éxito de la ciencia nueva en Newton está marcado por la sustitución de los principios metafísicos por los matemáticos o, si se prefiere, por la sustitución de hipótesis especulativas por términos teóricos, por ejemplo, al no ahondar en la naturaleza de la gravedad y postularla avalada por el

[27] I. Newton, *Unpublished Scientific Papers*, p. 211.

comportamiento regular de los fenómenos y dentro de una métrica precisa matemáticamente.

En suma, la desvinculación del espacio y las partes materiales; la transformación del mecanicismo básico en dinámica y la constitución de la filosofía natural como un objeto de estudio que se independiza de una base metafísica férrea, constituyen, en Newton, el tránsito de la vía de reflexión epistemológica a la vía de reflexión crítica y todo ello puede apreciarse ya en el *De œre, et œthere*.

9. Sobre el concepto de materia en Newton: entre Descartes y Boyle

@

Introducción

Newton no dedicó muchos ensayos al estudio de la materia *per se*, de ahí la enorme importancia del breve texto *De œre et œthere*, que se recoge en la colección que recibe el nombre de *Textos científicos inéditos de Newton*. El *De œre et œthere* fue escrito, según algunos comentaristas, hacia 1673, y en él se muestran al menos tres criterios diferentes para el estudio de los fenómenos naturales en general y de los cuerpos materiales en particular: una perspectiva teórico-especulativa, de origen claramente cartesiano; una experimentalista, de origen seguramente boyleano, y una perspectiva fenomenista, que parece ser su elección definitiva.

En el escrito es clara tanto la influencia corpuscularista de Descartes, como la experimentalista de Boyle, pero Newton no se decide por ninguna de las dos, limitándose a señalar tanto sus acuerdos como sus desacuerdos ontológicos con ambas doctrinas, concluyendo en un fenomenismo que preconiza a Berkeley pero, sobre todo, hace expresa la diferencia metodológica que le separa de los autores anteriores, pues se aleja de Descartes en cuanto a la necesidad de principios metafísicos y la invención de hipótesis especulativas, y se separa de Boyle pues considera que un experimentalismo no asentado en principios matemáticos puede resultar meramente descriptivo y nada explicativo de los fenómenos en estudio. Este desacuerdo metodológico constituye, en mi opinión, el punto de partida de Newton

para desarrollar su concepto de ciencia experimental, asentado en principios matemáticos.

En una primera parte de este trabajo examinaré los acuerdos y desacuerdos de Newton con el mecanicismo cartesiano, subrayando, sobre todo, la aceptación de la homogeneidad material cartesiana y el concepto de éter que Newton parece aceptar *in totum*. Al mismo tiempo, señalaré sus desacuerdos con Descartes en cuanto al plenismo y la acción corpuscular, que Newton encuentra muy reducida. En la segunda parte, me referiré al acuerdo newtoniano con el experimentalismo, particularmente para la explicación de algunos fenómenos químicos, como la fermentación o la corrosión y, por supuesto, señalaré su inconformidad con un mero experimentalismo descriptivo. Finalmente, mostraré que la metodología newtoniana representa una tercera vía entre las especulaciones teóricas y el experimentalismo sin fundamentos matemáticos. A la vez concluiré que, para Newton, no se trata de decidir entre el atomismo y el corpuscularismo respecto a la materia, ya que ésta le pareció una cuestión secundaria para su filosofía experimental y el fenomenismo que, anterior al de Berkeley, es una consideración que se encuentra más acorde con su propuesta metodológica.

Newton y el mecanicismo cartesiano

En *De œre et œthere*, Newton muestra no sólo su conocimiento de la filosofía cartesiana sino su acuerdo, hasta cierto punto, con el mecanicismo. De la filosofía natural cartesiana, Newton toma la tesis de la homogeneidad material pero no para afirmar que la materia tiene como propiedad esencial la extensión, de acuerdo con la perspectiva geométrica de Descartes, sino más bien siguiendo en parte su tesis corpuscular, al considerar que los cuerpos (minerales, vegetales, animales, líquidos, etcétera) pueden dividirse en partes, que las partes finas de la materia son aire y que el aire puede a su vez dividirse hasta llegar al éter.

Con respecto a la homogeneidad material, Newton dirá en la *Conclusio* de sus Textos científicos no publicados que: "la materia de todas las cosas es una y la misma, la cual se transforma de incontables maneras por las operaciones de la naturaleza".[1] Si la materia es una, en oposición al pluralismo sustancial de la tradición, lo que pasa al primer plano son las diversas operaciones o procesos mediante los cuales podemos explicar la variedad de los cuerpos que percibimos o diversidad fenoménica.

En cuanto al corpuscularismo expresa que "todos los cuerpos materiales, incluyendo los aires derivados de ellos, están compuestos por partículas".[2] Sin embargo, los acuerdos con el cartesianismo no llegan más lejos. En efecto, si para Descartes, desde su perspectiva físico-geométrica, las propiedades de las partes se reducen a su figura y tamaño y su acción está limitada mecánicamente al choque, para Newton las propiedades de los cuerpos se hacen más específicas y complejas y las operaciones rebasan con mucho los estrechos límites del mecanicismo cartesiano.

Así, frente a la caracterización de las partes del aire como esferas de tamaño y velocidad media que Descartes consigna en sus *Principia Philosophia*, Newton propone en *De œre et œthere* que "la clase triple del aire surge de la triple clase de las sustancias. El aire permanente y pesado, de los metales; la exhalación, especialmente de las partes terrestres de las sustancias vegetales, y el vapor, de los líquidos".[3] Newton tampoco se limita a la propuesta cartesiana del choque de partículas como explicación satisfactoria del cambio y la variedad fenoménica, sino que considera que son las diversas operaciones de la naturaleza las que dan lugar a las modificaciones de los cuerpos materiales. Así expresa:

> Más aún, las sustancias aéreas son muy diferentes de acuerdo con la naturaleza de los cuerpos a partir de los cuales se generan. Los metales, por corrosión dan un aire per-

[1] I. Newton, "Conclusio", en *Unpublished Scientific Papers*, p. 341.
[2] I. Newton, "De ære et æthere", en *ibid.*, p. 189.
[3] I. Newton, *ibid.*, p. 226.

> manente, verdadero; las sustancias vegetales y animales, por corrosión, fermentación o incineración, dan un aire de corta duración, como un suspiro, y las sustancias volátiles, enrarecidas por el calor, dan el aire menos permanente de todos, que llamamos vapor.[4]

Además de sorprendernos con su moderna noción de sustancia, Newton menciona una serie de procesos físicos y químicos que hablan de su labor como científico experimentalista, un camino muy distinto al cartesiano, quien elabora su propuesta de los elementos como una hipótesis especulativa a partir de su teoría cosmológica.

Como hemos visto, aunque hablar de acuerdos es difícil ya que Newton supera, en general, las propuestas cartesianas, todavía en la *Óptica* habla de partes materiales sin decidirse por un corpuscularismo o por un atomismo: "me parece probable que Dios, en el principio, haya formado la materia en partículas masivas, sólidas, duras, impenetrables, móviles".[5]

Sin embargo, cuando en el *De œre et œthere* entra de lleno en el tema del éter, Newton sigue muy de cerca la terminología cartesiana de los *Principios*; así refiere: "Y así como los cuerpos de esta tierra, al romperse en pequeñas partículas se convierten en aire, así estas partículas pueden romperse en otras, aún más pequeñas, por una acción violenta, y convertirse en un aire todavía más sutil, el cual, si es lo suficientemente sutil como para penetrar los poros del vidrio, el cristal y otros cuerpos terrestres, le llamaremos el espíritu del aire o el éter".[6]

Considero que, en este texto temprano, Newton mide el alcance explicativo del mecanicismo, incluso rescatando el esquema cartesiano de ontología dura, con objeto de ver si es posible que dé sustento a su propuesta de fuerzas de atracción y repulsión. Ello excluye de entrada la propuesta cartesiana de partículas materiales totalmente inertes que

[4] *Ibid.,* pp. 130-131.
[5] I. Newton, "Questio 31", en *Opticks or a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, p. 400.
[6] I. Newton, "De ære et æthere", en *op. cit.*, p. 227.

pierden y ganan movimiento exclusivamente por choque. Tal explicación le pareció a Newton reducida, pues no daba cuenta precisa de una gran variedad de fenómenos naturales.

De la teoría especulativa al experimentalismo

Si bien los acuerdos de Newton con Descartes sólo son parciales, los desacuerdos son mucho más significativos. En efecto, Newton rechaza que las partes materiales sean plenamente inertes, pues considera que tienen fuerzas asociadas de atracción y repulsión; tampoco acepta el plano material que en Descartes resulta de identificar la materia con la extensión. Newton considera que, si bien los cuerpos cuentan con medidas volumétricas, el espacio se distingue de los cuerpos. En términos generales, Newton parece aceptar, según nos dicen sus comentaristas,[7] que los fenómenos que observamos resultan del movimiento de partículas y que tales movimientos son el resultado de la interacción de fuerzas entre las partículas. No obstante, ésta no es una propuesta de ontología dura, pues no sabemos si Newton habla de átomos o de corpúsculos y tampoco sabemos claramente cuál es su origen, ni la causa de las fuerzas asociadas a estas partes. Tal parece que Newton perdió el interés en esa clase de especulaciones que le parecían más bien metafísicas. En cambio, se interesó en el *modus operandi* de las fuerzas y en la descripción de los diversos procesos a ellas asociadas.

Así, cuando nos habla de la fermentación, la corrosión o la incineración para distinguir las distintas clases de aire, estamos claramente en un terreno empírico, el de las historias naturales que Bacon y Boyle desarrollaron ampliamente. Dice en *De œre*: "Y es así como cada una de estas vehementes agitaciones (como la fricción, la fermentación, la ignición

[7]Rupert Hall y Marie Boss Hall son los editores de los *Unpublished Scientific Papers* de Newton, y en su prólogo al texto refieren lo antes expuesto, *cf.* p. 192.

y el gran calor) generan la sustancia aérea que se revela en los líquidos por ebullición y, mientras más vehemente sea la acción, más abundantemente se genera la sustancia”.[8] Newton sabe, gracias a reiteradas formas de experimentación, cómo los metales producen gases permanentes, incluso se cuenta que sus cabellos se blanquearon por su incesante búsqueda del éter del plomo. De este modo, en *De œre et œthere* deja constancia de su investigación experimental. Ha reducido las distintas clases de materia a cenizas y ha obtenido distintos aires o gases, diríamos hoy, más o menos estables. Luego, su interés por el éter no nace de una hipótesis especulativa sino de los efectos producidos en un laboratorio.

Por otra parte, aunque en *De œre* se adhiere, en general, a una tesis corpuscularista de ruptura de partes, Newton ha experimentado con las causas inmediatas de la generación de distintos tipos de aire. Así, no sólo habla de movimiento violento entre las partes, como lo hace Descartes, sino que señala cada tipo de proceso que da origen a las distintas clases de aire. De este modo, se refiere a procesos físicos como la fricción, a procesos orgánicos como la fermentación y a procesos químicos como la ignición o el uso de *aqua fortis*.

Frente a este panorama, lo interesante es que algunos años después haya llegado a pronunciarse en contra del experimentalismo sin fundamentos matemáticos. O la ciencia física se funda en principios matemáticos o las prolijas descripciones de los naturalistas no podrán alcanzar el estatuto de ciencias. Tras la insistencia de Newton se halla una polémica que sacudió a toda la comunidad científica inglesa y particularmente a la Royal Society. Así, para estudiosos del periodo como Mordekai Feingold: “La publicación de los *Principia* [de Newton] marcó una nueva fase en las relaciones entre matemáticos y naturalistas, no sólo porque su éxito inmediato contribuyó grandemente a la aceptación de los reclamos de matematizar la física (incluso por parte de aquellos que eran incapaces de entenderla)

[8] I. Newton, *op. cit.*, p. 226.

sino también porque el triunfo del método newtoniano parecía sancionar su aplicación a otros dominios científicos”.[9]

Así, aunque heredero del naturalismo experimentalista de Bacon y Boyle, Newton consideró que la observación y los experimentos, no obstante ser preferibles a la mera especulación y las hipótesis fingidas, eran insuficientes para proporcionarnos la clase de evidencia que un conocimiento científico requiere. Y a pesar de que la Royal Society fue fundada en 1660 para “promover el conocimiento de las cosas naturales y de las artes útiles mediante experimentos”,[10] Newton dirá que “el primero prueba sus inventos por medio de la geometría y sólo hace uso de los experimentos para hacerlos inteligibles y para convencer al vulgo”.[11] De esta manera, Newton va más allá de la filosofía natural especulativa de Descartes y de la experimentalista boyleana, y marca un nuevo rumbo no sólo a la física sino a toda la ciencia.

El método y sus principios

El problema de la materia nos ha servido para ejemplificar un importante cambio de perspectiva metodológica que afecta a la filosofía natural en su conjunto. Así, añadir fuerza a las partículas o desvincular el espacio de la extensión no sólo posibilitó una mejor comprensión del movimiento, al permitir el paso de la cinemática a la dinámica, sino que, al observar más cuidadosamente estos problemas, nos encontramos frente a una pauta metodológica por completo diferente. En efecto, para Descartes los principios de la filosofía natural debían ser los principios metafísicos; para Newton tales principios deben ser relegados a favor de los matemáticos. Más aún, el planteamiento de problemas

[9] M. Feingold, “Mathematician and naturalists, Sir Isaac Newton and the Royal Society”, en J. Z. Buchwald y B. Cohen, *Isaac Newton’s Natural Philosophy*, p. 87.

[10] M. Feingold, “Mathematician and naturalists, Sir Isaac Newton and the Royal Society”, en, *op. cit.*, p. 79.

[11] *Ibid.*, p. 95.

como la naturaleza última de la materia o del movimiento no parecen realmente significativos a la luz de la nueva metodología. Lo que se estima importante para el conocimiento son las regularidades del comportamiento de los fenómenos y, si ellas pueden expresarse matemáticamente de una manera precisa, tanto mejor.

Que Newton ha encontrado una tercera vía metodológica se hace patente en sus palabras del "Escolio":[12] "En los cuerpos vemos, únicamente, sus figuras y colores, oímos únicamente los sonidos, tocamos sus superficies externas, olemos los olores y probamos los sabores, pero sus sustancias internas no nos son conocidas ni por medio de nuestros sentidos, ni por un acto de reflexión de nuestras mentes".[13]

La declaración de fenomenismo es directa. Ello significa que el nuevo método de la filosofía natural no está casado con una ontología dura que tenga que lidiar con esencias ni con un experimentalismo que pretenda llegar a ellas. Así, el mundo que conocemos es el mundo de los fenómenos, de allí su cercanía con la futura propuesta berkeleyana de que cualquier cosa, además de los perceptos sensibles, nos es desconocida. El problema es ¿cómo obtener conocimientos ciertos a través del inmenso caudal fenoménico que nos ofrece el mundo?

Es justamente el método el que debe permitirnos dar sentido y organizar el cúmulo de fenómenos al establecer sus regularidades y expresarlas matemáticamente.

El método de la filosofía experimental, como Newton lo entiende, prescinde de principios y problemas metafísicos, alejándose así de una filosofía natural especulativa y que construye hipótesis *ad hoc*, con objeto de llegar a las esencias que son inalcanzables por medio de la razón. Por otro lado, se aleja de la mera recopilación de datos o de catálogos de descripción de fenómenos que pretenden llegar a la naturaleza de las cosas mediante generalizaciones empíri-

[12] N. edit. *Cf.* el capítulo "Sobre la noción de materia en de ære et æthere" de Isaac Newton.
[13] I. Newton, "Escolio", en *Mathematical principles of natural philosophy*, p. 546.

cas. Así, ni los racionalistas han probado el corpuscularismo, ni los empiristas el atomismo, y posiblemente no haya método para llegar a las causas últimas de los efectos, pero al contar con los efectos podemos predecir la regularidad de su aparición a través de los principios matemáticos que rigen su comportamiento. "Pero, hasta ahora no he sido capaz de descubrir la causa de estas propiedades de la gravedad a partir de los fenómenos y no formulo hipótesis, porque lo que sea que no se deduzca de los fenómenos debe llamarse una hipótesis y las hipótesis, ya sean metafísicas o físicas, ya sean de cualidades ocultas o mecánicas, no tienen ningún lugar en la filosofía experimental".[14]

A modo de conclusión

Los naturalistas denunciaron en repetidas ocasiones a los "filomats" amigos de Newton, porque no es posible prescindir de la historia natural. Los grandes exploradores seguían trayendo nuevos y curiosos especímenes de tierras lejanas. Las grandes colecciones se hicieron museos y la historia natural siguió su marcha.

El paradigma que coloca a la matemática por encima de la filosofía natural y que permitió que la química se sujetara a la física ha sido hoy puesto en cuestión y no todos convienen en la posibilidad de una reducción última de todas las ciencias bajo los mismos principios ordenadores; no obstante, la magia newtoniana nos persigue pese a que el paradigma mismo haya cambiado, no sé si por su invaluable contribución matemática a la física o por su fascinante y un tanto esotérica dedicación a la alquimia.

Sin embargo, el experimentalismo boyleano siguió adelante y la descripción de los diversos cuerpos naturales, de sus propiedades y de la acción que ejercen unos sobre otros, ha quedado para el desarrollo de la ciencia química como un legado metodológicamente invaluable.

[14] I. Newton, *op. cit.*, p. 547.

Conclusiones



Los ensayos que conforman este volumen, como el lector lo ha advertido, muestran la importancia y centralidad de la concepción de la materia en el pensamiento científico de la modernidad. Se han expuesto, como temas estrechamente entreverados con el concepto que nos ocupa, otras tantas nociones clave en el discurso de filosofía natural, entre ellas, las de sustancia, espacio, movimiento, cuerpo, fuerza, gravedad, etcétera. Éstas se han abordado en el seno del diálogo y la discusión que entablaron diversos pensadores clásicos en este periodo, para tejer la urdimbre de la nueva ciencia.

Se ha puesto de relieve el marco historiográfico aquí propuesto para entender el tránsito del concepto de materia en los siglos XVII y XVIII: el paso de la vía de reflexión epistemológica a la crítica. El modelo teórico de las vías reflexivas nos ha permitido abordar los cambios teóricos analizados, desde una óptica más amplia de la que procuran las nociones de escuela o de tradición. Así, hemos podido ubicar los supuestos de la vía de reflexión epistemológica en diversos filósofos naturales que asumen, por decirlo muy brevemente, la homogeneidad sustancial, y los de la vía de reflexión crítica en aquellos que asumieron la constitución del conocimiento como una labor fundada en la experiencia fenoménica. Como se observa, son supuestos de carácter metafísico, epistemológico y metodológico —aunque no exclusivamente— los que marcan las continuidades y discontinuidades entre las teorías.

En este lugar no reiteramos los detalles de los debates sostenidos entre las concepciones de filosofía natural que

aparecen en los capítulos precedentes; en contraste, se ha optado por mostrar en una mirada transversal, los resultados alcanzados en esta investigación a través de las perspectivas analíticas de la metafísica, la teología, la epistemología y la metodología. Con ello se persigue poner de relieve los hilos conductores de las discusiones, según el marco historiográfico propuesto, para lo cual se muestran de manera panorámica algunos de los hitos fundamentales obtenidos en las perspectivas analíticas mencionadas, producto de los esfuerzos de los filósofos de este periodo para erigir las piezas de la nueva ciencia.

A efecto de la siguiente exposición conclusiva se ha tomado como punto de partida la concepción cartesiana de la materia, en vista de que, como se ha señalado, ésta promueve tanto las adhesiones como las discrepancias de las que resultan las teorías científicas medulares que aquí se estudian.

Según se ha mencionado, Descartes defendió la materia homogénea que, indistinguible del espacio, se identifica con la extensión tridimensional, cognoscible a partir de sus propiedades métricas. Contra la tradición aristotélica, la extensión espacial no es una propiedad, entre otras, de la materia, dicha extensión la define esencialmente y, al excluir la existencia del vacío —tanto intra como extra mundano—, da paso a su concepción del 'plenismo material' como solución para erradicar 'la nada' y 'las fuerzas ocultas' de los discursos cosmológico y físico. Como se ha expuesto, el vacuismo le acarreó diversas dificultades para explicar el movimiento en el pleno material —¿cómo puede haberlo en un espacio tan lleno como puede estarlo?—, así como para evitar la posibilidad de la división ilimitada de ésta y su consecuencia indeseable: la imposible producción de los cuerpos físicos, pues si las partes están en continua división ¿cómo podrían éstos generarse?

Para la defensa de esta teoría, Descartes ancla su filosofía natural en principios metafísicos, en los cuales apoya su cosmología, su física y, en suma, todos los saberes que conforman el árbol del conocimiento. De acuerdo con el filósofo

de la Turena, los fundamentos metafísicos son la raíz que soporta la unidad del conocimiento, indispensable para tener una explicación coherente del mundo, fundada en la permanencia de la acción divina.[1] Debe observarse que, de manera contrastante, Newton desecha los principios metafísicos y los sustituye por principios matemáticos. Tras un periodo en el que recoge ciertos elementos del cartesianismo —*i. e.*, la homogeneidad material y el mecanicismo—, Newton se aleja de la ruta especulativa de Descartes y, al asumir la incapacidad de conocer las causas que dan lugar a los fenómenos, rechaza la formulación de hipótesis metafísicas a efecto de edificar su propuesta experimentalista,[2] desde una trascendente innovación metodológica a la que iremos más adelante.

La teológica es otra de las perspectivas analíticas aquí abordadas. Se ha afirmado que el siglo XVII atestigua un trascendente deslizamiento de las nociones teológicas al discurso científico, pero también a inversa: se "teologizan" algunos conceptos científicos. Tal desplazamiento da lugar a un importante reacomodo del vínculo entre la teología y la filosofía natural, patente en las discusiones sobre la concepción de la materia.

De acuerdo con Descartes, la infinitud es un atributo divino por lo que a su creación, el cosmos, no se le puede asignar ese mismo atributo; así, el universo es tan sólo ilimitado. Desde la visión de Henry More, en cambio, la creación divina se ubica de manera limitada, en la extensión espacial, la cual es la expresión de la ubicuidad y omnipresencia divina. La controversia recupera la antigua oposición entre quienes mantienen que todo cuerpo tiene su propio espacio, del que es inseparable —espacio interno— y quienes consideran que el espacio es el contenedor de la materia, por lo que son separables —espacio externo.

A pesar de que tanto la concepción de Descartes como la de More son dualistas, este último le otorga extensión a

[1] *Cf.*, sobre todo, el capítulo "La cosmología cartesiana y el supuesto plenista".
[2] *Cf.* los capítulos "Sobre la noción de materia en *De œre et œthere* de Isaac Newton" y "Sobre el concepto de materia en Newton: entre Descartes y Boyle".

la divinidad, aunque espiritual. De acuerdo con More, ya que dicha extensión de Dios es —como se afirma— espiritual, es el espacio vacío de materia pero no de Dios el que da alojo a los cuerpos. De este modo, aparece en la modernidad la concepción del espacio en el que la inexistencia de materia no implica la del vacío, lo cual abre paso al desarrollo de un proceso en el que las doctrinas del pleno material transitan hacia la concepción del espacio puro, vía su espiritualización.[3]

La perspectiva epistemológica que estos ensayos recorren permite entender, entre otros importantes argumentos, la defensa cartesiana del espacio como ilimitado y no infinito. Este flanco de análisis fue, al lado del metafísico y del teológico —los cuales con frecuencia aparecen entrelazados—, fundamental en la argumentación de las controversias sobre la materia. Así, Descartes puede proponer la ilimitación del espacio mediante el argumento epistemológico de que las capacidades cognoscitivas humanas no son suficientes para conocer los límites del mundo.

Se debe enfatizar el carácter prioritariamente epistemológico de la confluencia entre Descartes y Robert Boyle.[4] Ambos explican los colores, olores, sabores, etcétera, que los sentidos nos entregan, no como cualidades inherentes a los objetos, sino como consecuencias de las afecciones primarias de la materia: tamaño, figura y movimiento o reposo. Sin embargo, para Boyle, a diferencia de Descartes, a estas últimas se debe agregar 'la textura' de los cuerpos, o de otro modo, la disposición, posición u orden de sus componentes que surgen como resultado de la interacción entre ellos. Entonces, las propiedades secundarias no deben considerarse prescindibles para la consideración científica pues corresponden también a los objetos; aquéllas, al resultar de las cualidades primarias (estructurales y operati-

[3] *Cf.* el capítulo "¿Descartes materialista? La controversia Descartes-More sobre el universo indefinido".
[4] *Cf.* los capítulos: "La materia en Robert Boyle y la nueva metodología" y "Descartes y Boyle: el corpuscularismo cartesiano como antecedente de la química moderna".

vas), permiten penetrar en la naturaleza de los cuerpos. Por ello, para conocer el mundo natural todas las propiedades de la materia son relevantes; unas dan cuenta de la estructura básica y otras, de su estructura fina y sutil.

Desde la perspectiva metodológica que abordan los ensayos precedentes, uno de los principales objetos de análisis es el cambio de las prácticas científicas. En este sentido, para comprender la propuesta de Boyle no ha de soslayarse que ésta emerge de su fructífera práctica experimental que incluyó, muy especialmente, el estudio de los metales, dando lugar, entre otras aportaciones, a la idea moderna de elemento químico. El físico-químico irlandés comparte con Descartes la concepción corpuscularista de la materia, así como el mecanicismo explicativo del movimiento, excluyendo la acción a distancia de fuerzas ininteligibles.

Tanto Boyle como Descartes asumen que la materia se reduce a corpúsculos, extensiones divisibles sujetas a las leyes del movimiento, las cuales ponen límite a la división de la materia, haciendo posible la existencia de cuerpos en movimiento. Esta concepción rechaza la existencia de átomos indivisibles por sí mismos así como fuerzas ínsitas a la materia. En este panorama, como se ha mencionado, Boyle abre paso a una metodología innovadora que tiene como base la experimentación merced a la cual, mediante la observación metódicamente regulada, es posible establecer las teorías. Ésta es también la ruta metodológica que impulsó Jacques Rohault, importante difusor del cartesianismo y, a la vez, promotor de una práctica experimental en equilibrio con la base argumental; éstas son dos facetas indisolubles en la empresa del conocimiento: si se prescinde de esta última no es posible obtener conclusiones, pero sin la experimentación es imposible el descubrimiento.[5]

En materia metodológica es indispensable considerar la aportación de Newton en el periodo investigado. Se ha dicho aquí que Newton va más allá de la filosofía natural especulativa de Descartes y también del naturalismo expe-

[5] *Cf.* el capítulo “Clark y la física de Rohault”.

rimentalista de Bacon y de Boyle. A diferencia del primero, Newton asume la presencia de fuerzas ínsitas a las partículas materiales y separa el espacio de la extensión, en la ruta que defienden pensadores como Henri More, también estudiado en este volumen.

En su concepción experimentalista, el filósofo inglés declara la imposibilidad de conocer las sustancias internas de los cuerpos ya sea por el camino de la reflexión o por el de la experimentación que aspire a descubrirlas. Debe admitirse aquí la propuesta de una tercera vía metodológica que suma a la observación regulada de la naturaleza, una base instrumental de carácter matemático; elementos suficientes para la predicción del comportamiento de los fenómenos, ámbito legítimo de la ciencia. Así, las propiedades de la gravedad se formulan en términos matemáticos sin aspirar a descubrir sus causas mediante hipótesis metafísicas o físicas. Según se afirma en la introducción de este volumen, se ha mostrado que la metodología puesta en marcha por Newton hizo posible el paso de la mecánica a la dinámica deslindándose de la búsqueda de entidades metafísicas en las que algunos de sus antecesores apoyaron sus teorías.[6]

En el breve recorrido anterior, se han presentado algunos elementos conclusivos importantes para recoger las perspectivas enfocadas desde la metafísica, la teología, la epistemología y la metodología de las discusiones en torno al problema de la materia, que nos han ocupado en este volumen. Estas perspectivas se encuentran estrechamente articuladas, como se ha mostrado en cada uno de los capítulos que lo conforman, por lo que la exposición de las mismas se ofrece como un apoyo meramente analítico que permita, como se ha dicho, una lectura transversal del contenido del volumen, de utilidad para hacer patente una visión sobre el desarrollo del concepto de materia entre los siglos XVII y XVIII.

[6] *Cf.* el capítulo "Sobre el concepto de materia en Newton: entre Descartes y Boyle".

BIBLIOGRAFÍA



AQUINO, Tomás de, *Summa Theologica*. Madrid, Moya y Plaza, 1880.

BALZ, Albert G. A., “Matter and Scientific Efficiency”, en Willis Doney, ed., *Cartesian Studies*. Nueva York, Garland, 1987.

BAILLET, Adrien, *La vie de Monsieur Des-Cartes*. Seconde Partie, en *The Philosophy of Descartes*. Ed. de Willis Doney. Londres / Nueva York, Garland, 1987.

BENÍTEZ, Laura, *Descartes y el conocimiento del mundo natural*. México, Porrúa, 2004.

——— *El mundo en René Descartes*. México, UNAM, IIF, 1993.

——— “El simular y el disimular en la correspondencia Descartes-Regius”, en *Dianoia*, 42, 1996, pp. 165-168.

——— “La materia en René Descartes”, en *Materia*. México, UNAM, IIF, 1993.

——— “La polémica Descartes-More: ¿es el espacio interno o externo?”, en *Memorias del XIII Congreso Interamericano de Filosofía*. Bogotá, Universidad de los Andes, 1994.

——— y José A. Robles, *De Newton y los newtonianos, entre Descartes y Berkeley*. Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes, 2006.

BENÍTEZ GROBET, Laura, “El argumento de la simplicidad y los conceptos de espacio y tiempo en Samuel Clarke”, en Laura Benítez y José A. Robles, comp. y pres., *Materia, espacio y tiempo de la filosofía natural a la física*. México, UNAM, FFL, 1999, pp. 42-54.

——— “La filosofía natural y los inicios de la química en Robert Boyle”, en María del Carmen Paredes

Martín, ed., *Técnica y verdad. Salamanca*, Sociedad Castellano-Leonesa de Filosofía, 2014, pp. 35-44.

———— "Mecanicismo y maquinismo en René Descartes", en Laura Benítez y José A. Robles, comp. y pról., *Mecanicismo y modernidad*. México, Universidad del Claustro de Sor Juana, 2008, pp. 91-103.

BENÍTEZ GROBET, Laura y Luis Ramos-Alarcón Marcín, coords., *Descartes: controversias en torno a cuerpo, sensibilidad y alma*. México, UNAM, FFL, 2018.

———— y Luis Ramos-Alarcón Marcín, coords., *El concepto de sustancia de Ficino a Descartes*. México, UNAM, FFL, 2018.

———— y Luis Ramos-Alarcón Marcín, coords., *El concepto de sustancia de Spinoza a Hegel*. México, UNAM, FFL, 2018.

———— y Luis Ramos-Alarcón Marcín, coords., *Problemas filosóficos de la modernidad*. México, UNAM, FFL, 2019.

BRÉHIER, Émile, *Histoire de la philosophie, Philosophie Moderne*. París, PUF, 1960.

BRUNO, Giordano, *De la causa, principio y uno*. Buenos Aires, Losada, 1941.

BOYLE, Robert, *Selected Philosophical Papers of Robert Boyle*. Ed. de M. A. Stewart. Nueva York, Manchester University Press / Barnes & Noble Books, 1979.

DESCARTES, René, *A Morus* (Aout 1649). *Oeuvres Philosophiques de Descartes*, t. III. París, Garnier Frères, 1963.

———— *El mundo o tratado de la luz*. Trad. de Laura Benítez. México, UNAM, IIF, 1986.

———— *Principes de la Philosophie,* en *Oeuvres de Descartes*, vol. IX. Ed. de Charles Adam y Paul Tannery. París, J. Vrin, 1996.

FEINGOLD, Mordekai, "Mathematicians and naturalists, Sir Isaac Newton and the Royal Society", en J. Z. Buchwald y B. Cohen, *Isaac Newton's Natural Philosophy*. Boston, MIT Press, 2001, pp. 77-102.

GAUKROGER, Stephen, *Descartes, an intellectual biography*. Oxford, Clarendon Press, 1998.

GILSON, Etienne, *The Spirit of Medieval Philosophy*. Notre Dame, Notre Dame University Press, 1991.

GRANT, Edward, *Much ado about nothing. Theories of space and vacuum from the Middle Ages to the Scientific Revolution*. Cambridge, Cambridge University Press, 1981.

KENNY, Anthony, *Descartes a Study of His Philosophy*. Nueva York, Random House, 1968.

KOYRÉ, Alexandre, *Newtonian Studies*. Chicago, The University of Chicago Press, 1965.

NEWTON, Isaac, "De ære et æthere", en *Unpublislied Scientific Papers,* a selection from the *Portsmouth Collection in the University Library*. Traducción al inglés de A. Rupert Hall y Marie Boas Hall. Cambridge, [1962], pp. 221-228.

——— *Mathematical Principies of Natural Philosophy and His System of the World*, vol. I: *El movimiento de los cuerpos*. Vol. II: *El sistema del mundo*. Traducción al inglés de *Philosophia? Naturalis Principia Mathematica* [1687], por Andrew Motte (1729); revisada y ampliada con un Apéndice histórico y explicativo por Florian Cajori (1934). Berkeley / Los Ángeles / Londres, University of California Press, 1962.

——— *Opticks or a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light,* [1704], conforme a la 4a. ed., Londres, 1730. Prólogo de Albert Einstein. Introd. de Sir Edmund Whittaker. Pref. de I. Bemard Cohén. Tabla analítica de contenido preparada por Duane H. D. Roller. Nueva York, Dover Publications, 1979.

PÉREZ DE LA BORDA, Alfonso, *Leibniz y Newton*. Salamanca, Universidad Pontificia de Salamanca, 1981.

RODIS-LEWIS, Geneviéve, "Hypothéses sur l'élaboration progressive des *Méditations* de Descartes", en *Archives Philosophiques*, núm. 50, 1987.

ROHAULT, Jacques, *A System of Natural Philosophy*, vol. 1. Ed. facsimilar de la traducción de John y Samuel Clarke, publicada en 1723. Introd. de Larry Laudan, Johnson. Nueva York / Londres, Reprint Corporation, 1969.

SCHETTINO, Ernesto, *La necesidad de los mínima en la filosofía nolana*. Inédito.

SCHUSTER, John, "Rohault, Jacques", en *Dictionary of Scientific Biography*, vols. 11-12. Nueva York, Charles Scribner's and Sons, 1981, pp. 506-509.

TULLIO, Gregory, "Studi sull' atomismo del seicento: I. Sebastiano Basson", en *Giornale Critico della Filosofia Italiana*, 18 (1964), pp. 38-65.

Fuentes de los capítulos



1. La cosmología cartesiana y el supuesto plenista

Laura Benítez Grobet, "La cosmología cartesiana y la vía de la reflexión epistemológica", [Argentina], Universidad Nacional de Salta, Departamento de Posgrado, 18 de mayo de 1999.

2. El problema de la identidad de la materia y la diversidad de los cuerpos materiales en René Descartes

Laura Benítez Grobet, "El problema de la identidad de la materia y la diversidad de los cuerpos materiales en René Descartes", México, UNAM, Facultad de Ciencias, Coloquio de Historia de la Física, octubre de 2012.

3. El atomismo como enlace entre Giordano Bruno y René Descartes

Laura Benítez Grobet, "El atomismo como enlace entre Giordano Bruno y René Descartes", en Laura Benítez (comp. y pról. con José A. Robles), *Giordano Bruno 1600-2000*, México, UNAM, FFL, 2002, pp. 61-72, ISBN 970-32-0082-6.

4. ¿Descartes materialista? La controversia Descartes-More sobre el universo indefinido

[Inédito.]

5. La materia en Robert Boyle y la nueva metodología

Laura Benítez Grobet, "La materia en Robert Boyle y la nueva metodología", en Roberto Andrade Martins *et al.*, eds., *Filosofía e história da ciencia no Cone Sul. Selecao de trabalhos do 6o Encontro*, Campinas, Associacao de Filosofía e Historia da ciencia de Conse Sul (AFHIC), 2010, pp. 314-320.

6. Descartes y Boyle: el corpuscularismo cartesiano como antecedente de la química moderna

Laura Benítez Grobet, "Descartes y Boyle: el corpuscularismo cartesiano como antecedente de la química moderna", en Jean-Paul Margot y Mauricio Zuluaga, eds., *Perspectivas de la modernidad siglos XVI, XVII y XVIII*, Cali, Universidad del Valle, 2011, pp. 115-123, ISBN 978-958-670-912-5.

7. Clarke y la física de Rohault

Laura Benítez Grobet, "Clarke y la física de Rohault", en Diánoia. *Anuario de filosofía*, vol. 53, 1997, pp. 59-75, ISSN: 0185-2450.

8. Sobre la noción de materia en el *De œre et œthere* de Isaac Newton

Laura Benítez Grobet y José A. Robles, *De Newton y los newtonianos: entre Descartes y Berkeley*, Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes, 2006, ISBN: 9875580732.

9. Sobre el concepto de materia en newton: entre Descartes y Boyle

Laura Benítez Grobet, "Sobre el concepto de materia en Newton: entre Descartes y Boyle", en José Antonio Chamizo, coord., *Historia y filosofía de la química. Aportes para la enseñanza*, México, UNAM, Facultad de Química / Siglo XXI, 2011, pp. 157-168, ISBN 978-607030236-7.

Índice de conceptos

@

G

H

I

L

M

N

O

P

R

Índice general

@



El desarrollo del concepto de materia en la ciencia moderna entre los siglos XVII *y* XVIII
fue realizado por la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, y se terminó de producir en febrero de 2020 en la Editora Seiyu de México, S. A. de C. V. Tiene un formato de publicación electrónica enriquecida exclusivo de la colección @Schola, así como salida a impresión por demanda. Se utilizó en la composición la familia tipográfica completa Century School-Book en diferentes puntajes y adaptaciones.
La totalidad del contenido de la presente publicación es responsabilidad del autor y, en su caso, corresponsabilidad de los coautores y del coordinador o coordinadores de la misma.
El cuidado de la edición estuvo a cargo de Raúl Gutiérrez Moreno.





M. Orbe de Saturne. N. orbe de Jupiter. O. Orbe de Mars. P. Orbe de la Terre.
Q. La Lune. R. Orbe de Venus. T. Orbe de Mercure. S. Le Soleil.

...ise entre les Pages 112 et 113.
A. B. C. D.
...ur son orbe E. F. G. H.



Figure des Tourbillons Celestes pour estre m...
A Comette qui tourne sans cesse sur son Orbe...
E. Autre Comette qui tourne aussi sans cesse s...

Ces Comettes apparoissent quand elles rencontrent nostre tourbillon et les tour-
billons voisins K.L. ou alors elles sont plus proche du nostre.
Ces tourbillons I.K.L.V.X.Y.Z. sont ceux des Estoilles Fixes.

Imagen en guardas y cubierta: Ilustración interior de *L'usage des globes celestes et terrestres, et des spheres, suivant les differens systemes du monde*; *précedé d'un Traité de cosmographie* (1700) de Nicolas Bion (1652-1733). Publicado por primera vez en Amsterdam, por el impresor F. Halma. Disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Duke, Estados Unidos.



¿Cómo hemos llegado a los conceptos de materia que discute la ciencia moderna? ¿Cuáles fueron las principales tesis y argumentos? *El concepto de materia en el paso del siglo* XVII *al* XVIII recoge diez escritos sobre los problemas de la materia en diversos autores modernos como Descartes, More, Clarke, Rohault, Boyle y Newton. Además, se introducen algunas comparaciones teóricas con Tomás de Aquino y con Giordano Bruno. Los textos fueron elaborados a lo largo de, al menos, dos décadas y representan un esfuerzo por poner a la vista de los lectores aspectos importantes del desarrollo de la filosofía natural, punto de partida de lo que conocemos más comúnmente como "nueva ciencia" en la modernidad.

eSchola





